



TUGAS AKHIR - TM 141585

**PENINGKATAN EFEKTIVITAS PELAKSANAAN
PERBAIKAN TURBIN 103 JT DENGAN
PENGATURAN ALOKASI SUMBER DAYA YANG
LEBIH BAIK
(STUDI KASUS: PT PETROKIMIA GRESIK UNIT
AMONIA PABRIK I)**

**INDAH RACHMADITA
NRP 2111 100 037**

**Dosen Pembimbing
Ir. Witantyo, M.Eng.Sc**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**



FINAL PROJECT - TM 141585

**INCREASING THE EFFECTIVENESS OF TURBINE
103 JT IMPROVEMENT WITH RESOURCE
ALLOCATION SETTINGS ARE BETTER
(CASE STUDY: PT PETROKIMIA GRESIK UNIT
AMMONIA PLANT I)**

**INDAH RACHMADITA
NRP 2111 100 037**

**Academic Advisor
Ir. Witantyo, M.Eng.Sc**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**

**PENINGKATAN EFEKTIVITAS PELAKSANAAN
PERBAIKAN TURBIN 103 JT DENGAN PENGATURAN
ALOKASI SUMBER DAYA YANG LEBIH BAIK
(STUDI KASUS : PT PETROKIMIA GRESIK UNIT
AMONIA PABRIK I)**

TUGAS AKHIR

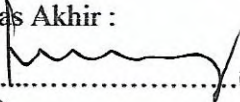

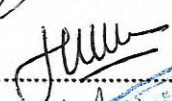

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Indah Rachmadita

Nrp. 2111 100 037

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Witantyo, M.Eng.Sc..........(Pembimbing)
(NIP: 196303141988031002)
2. Dinny Harnany, ST, MSc..........(Penguji 1)
(NIP: 2100201405001)
3. Ari Kurniawan Saputra, ST, MT..........(Penguji 2)
(NIP: 198604012015041001)
4. Latifah Nurahmi, ST, MSc, Ph.D..........(Penguji 3)
(NIP: 2100000011)

**SURABAYA
Juli 2016**



**PENINGKATAN EFEKTIVITAS PELAKSANAAN
PERBAIKAN TURBIN 103 JT DENGAN PENGATURAN
ALOKASI SUMBER DAYA YANG LEBIH BAIK (STUDI
KASUS: PT PETROKIMIA GRESIK UNIT AMONIA
PABRIK I)**

Nama Mahasiswa	: Indah Rachmadita
NRP	: 2111 100 037
Jurusan	: Teknik Mesin FTI - ITS
Dosen Pembimbing	: Ir. Witantyo, M.Eng.Sc

Abstrak

PT. Petrokimia Gresik merupakan produsen pupuk terlengkap di Indonesia. Amonia merupakan salah satu bahan baku pupuk yang diproduksi sendiri. Proses produksi amonia menggunakan teknologi “Steam Methane Reforming” dimana di dalam proses tersebut terdapat turbin 103 JT sebagai penggerak kompresor 103 J. Apabila terjadi kerusakan pada turbin, produksi amonia dapat terhenti dan diperlukan perbaikan yang memakan waktu lama. Perbaikan turbin setiap tahunnya memiliki urutan pengerjaan yang berbeda dan juga sering mengalami keterlambatan. Sehingga tugas akhir ini bertujuan untuk menganalisa penyebab keterlambatan perbaikan, merancang kegiatan perbaikan yang efektif untuk mengoptimalkan waktu dan biaya serta mengalokasikan sumber daya pada setiap kegiatan.

Tahap pertama adalah mengumpulkan dan menganalisa data perbaikan yang telah dilakukan sebelumnya untuk menentukan penyebab keterlambatan. Berikutnya akan dirancang alternatif sistem perbaikan turbin yang lebih baik. Work Breakdown Structure (WBS) dibuat dengan mengurutkan setiap kegiatan, mengestimasi durasi pengerjaan dan menentukan sumber daya yang dibutuhkan. Software Microsoft Project digunakan sebagai alat bantu dalam penyusunan sistem pemeliharaan ini agar dapat

dilakukan pengalokasian sumber daya dan jadwal kerja yang optimal dan pembagian kerja yang merata. Semua biaya proyek pemeliharaan juga akan dihitung seluruhnya dengan menambahkan harga peralatan dan upah pekerja.

Pada tugas akhir ini, perencanaan perbaikan turbin 103 JT diusulkan 149 jam yang terdiri dari 4 pekerjaan utama. Empat pekerjaan pertama tersebut terdiri dari pembongkaran dengan 9 sub kegiatan, inspeksi dengan 5 sub kegiatan, pemasangan dengan 10 sub kegiatan dan starting up dengan 3 sub kegiatan. Jam kerja saat perbaikan dibagi menjadi 2 kategori yaitu pagi (07.00 – 19.00) dan malam (19.00 – 07.00). Di setiap jam kerja tersebut (pagi dan malam) terdapat 3 grup. Apabila berdasarkan pemanfaatan pekerja minimum, biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 33.000.000 dan berdasarkan beban pekerja yang merata, biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 42.240.000. Selain itu kerugian amonia yang didapatkan sebesar Rp 24.515.625.000. Serta biaya untuk kebutuhan gas saat start up didapatkan sebesar Rp 6.546.673.800 dan pembelian sparepart membutuhkan Rp 3.430.161.946.

Kata Kunci : Petrokimia Gresik, Manajemen Proyek, Network Diagram, Work Breakdown Structure, Critical Path Method, Alokasi pekerja, Beban Pekerja Merata, Beban Pekerja Minimum

**INCREASING THE EFFECTIVENESS OF TURBINE
103 JT IMPROVEMENT WITH RESOURCE
ALLOCATION SETTINGS ARE BETTER
(CASE STUDY: PT PETROKIMIA GRESIK UNIT
AMMONIA PLANT I)**

Name	: Indah Rachmadita
NRP	: 2111 100 037
Department	: Teknik Mesin FTI - ITS
Academic Advisor	: Ir. Witantyo, M.Eng.Sc

Abstract

PT. Petrokimia Gresik is the complete fertilizer producer in Indonesia. Ammonia is a self - produced raw material fertilizer. The production process of ammonia using “Steam Methane Reforming” technology which turbine 103 JT as the driver of compressor 103 J on that process. If the turbine is damage, the production of ammonia can be stopped and need improvement which take a long time. The improvement of turbine each year has a different sequence of execution and often delayed. So in this thesis aims to analyze the causes of improvement delays, design the effective improvement activity to optimize time and cost, and also allocating resource on each activity.

The first step is to collect and analyze the improvement data which have been made previously to determine the cause of the delay. Next, better alternative of turbine improvement system will be designed. Work Breakdown Structure (WBS) is made by ordering the sequence of estimating the work duration, and determining the required resources. Microsoft Project software is used as a tool in the forming of this maintenance system in order to do the resource allocation and optimal work schedule and equitable work distribution. All cost of maintenance project will also be calculated by adding the cost of equipment and labor salary.

In this thesis, the improvement planning of turbine 103 JT is proposed for 149 hours which consist of 4 main jobs. Four of the main jobs consist of the demolition with 9 sub activities, inspection with 5 sub activities, installation with 10 sub activities and starting up with 3 sub activities. Working hours for improvement are divided into two categories, morning (7 am – 7 pm) and night (7 pm – 7 am). On each working hours (morning and night) there are 3 groups. If based on minimum labor utilization, it costs IDR 33.000.000 and based on the equitable labor load, it cost IDR 42.240.000. Furthenmore, the loss of ammonia obtained IDR 24.515.625.000. Also the cost of gases and steam needed when start up obtained IDR 6.546.673.800 and the purchase of spare part needs IDR 3.430.161.946.

Keyword : Petrokimia Gresik, Project Management, Network Diagram, Work Breakdown Structure, Critical Path Method, Resource Allocation, Minimum Labor Utilization, Equitable Labor Load

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas karunia-Nya sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini merupakan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana teknik laboratorium system rekayasa industri jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis sangat menyadari bahwa keberhasilan penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak – pihak yang membantu dan mendukung baik secara moril maupun materiil, antara lain:

1. Mama dan Ayah, kedua orang tua tercinta serta Mbak Dian dan Alya yang senantiasa memberi segala macam dukungan dan doa sehingga penulis mampu menyelesaikan perkuliahan di Teknik Mesin.
2. Ir. Witantyo M.Eng.Sc selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan memberikan arahan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
3. Ir. Sudijono Kromodihardjo, MSc.PhD, Ari Kurniawan Saputra, ST, MT, Dinny Harnany, ST, MSc dan Latifah Nurahmi, ST, MSc, Ph.D selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritik yang bermanfaat bagi pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Ir. Yusuf Kaelani M.ScE selaku dosen wali yang telah banyak memberikan masukan dan motivasi di bidang akademis.
5. DAK, partner of everything. Terimakasih sudah mendengarkan keluh kesah dan menjadi teman jalan.
6. Zieda Amalia sebagai teman bermain dan belajar selama di Teknik Mesin ITS dari maba sampai akhirnya sarjana.
7. Teman – teman terfabulous, Dewi, Scania, Stevanny, Anita, Aulia, Sekar, Indira dan Zieda. Tetep kece sampai tua, siapa yang duluan jadi nyonya?

8. Semua anggota dan pengurus Mesin ITS Autosport khususnya Maut 10, Maut 11 dan Maut 12, tempat belajar organisasi dan kegiatan menyenangkan lainnya.
9. Semua penghuni laboratorium sistem manufaktur yang sering saya berisikin dan saya titipi makan.
10. Semua pihak di PT. Petrokimia Gresik Pabrik I yang telah membantu penelitian tugas akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.
11. Semua teman-teman dan orang baik disekitar yang ikut mewarnai hari-hari saya.

Tugas Akhir ini masih sangat jauh dari sempurna, kritik dan saran yang dapat menyempurnakan penyusunan Tugas Akhir sangat diperlukan. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Surabaya, 2 Agustus 2016

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	III
ABSTRACT	V
KATA PENGANTAR	VII
DAFTAR ISI.....	IX
DAFTAR GAMBAR.....	XIII
DAFTAR TABEL.....	XV
DAFTAR LAMPIRAN	XVII
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Pengertian Manajemen Proyek.....	8
2.2.1 Perencanaan Proyek	8
2.3 Jaringan Kerja (<i>Network Planning</i>).....	9
2.3.1 Pengertian Kegiatan dan Lintasan Kritis.....	9
2.3.2 Ketentuan dalam <i>Network Planning</i>	10
2.3.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi <i>Network Planning</i> ..	11
2.3.4 Simbol-Simbol dalam <i>Network Planning</i>	11
2.3.5 Langkah-langkah pembentukan <i>network planning</i>	13
2.4 <i>Critical Path Method</i>	14
2.4.1 Analisa skala waktu optimal <i>network planning</i>	15
2.4.2 Mempersingkat Waktu proyek (<i>Crashing</i> Proyek)	16
2.4.3 Merencanakan Sumber Daya Manusia	17
2.5 <i>Work Breakdown Structure</i> (WBS).....	19

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	23
3.2 Prosedur Penelitian.....	24
3.2.1 Studi lapangan, studi literatur dan identifikasi masalah	24
3.2.2 Perumusan masalah	25
3.2.3 Pengumpulan data	25
3.2.4 Evaluasi data.....	25
3.2.5 Perencanaan <i>Work Breakdown Structure</i>	25
3.2.6 Penyusunan <i>Network Diagram</i>	26
3.2.7 Penentuan <i>Critical Path</i>	27
3.2.8 Penentuan sumber daya	31
3.2.9 Perhitungan biaya proyek.....	32
3.2.10 Kesimpulan dan Saran	32
 BAB IV PENGUMPULAN DAN ANALISA DATA.....	 33
4.1 Data Analisa Perbaikan Turbin	33
4.2 Pembagian Sumber Daya	44
 BAB V USULAN PERENCANAAN PERBAIKAN TURBIN UAP	 51
5.1 Perencanaan Perbaikan.....	51
5.1.1. <i>Work Breakdown Structure</i>	51
5.1.2. <i>Network Diagram</i>	58
5.2 Analisa Sumber Daya Perbaikan	60
5.2.1 Pengaturan Sumber Daya dengan Biaya Minimum	64
5.2.2 Pengaturan sumber daya dengan beban pekerja merata	69
5.3 Perhitungan Biaya Perbaikan	74
5.3.1 Biaya Kerugian Produksi.....	74
5.3.2 Biaya Proyek Perbaikan Turbin	78
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	 83
6.1 Kesimpulan.....	83
6.2 Saran.....	83

DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	87
TENTANG PENULIS.....	90

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jaringan Perbaikan Tahun 2003.....	4
Gambar 1.2 Jaringan Perbaikan Tahun 2005.....	4
Gambar 1.3 Jaringan Perbaikan Tahun 2007 dan 2009	5
Gambar 2.1 Enam Alternatif Menggambarkan Panah	12
Gambar 2.2 Lingkaran Kegiatan.....	12
Gambar 2.3 Enam Alternatif Menggambarkan Anak Panah Putus- Putus	13
Gambar 2.4 Hubungan Waktu-Biaya Normal Dipersingkat untuk Satu Kegiatan	17
Gambar 2.5 Gambar Grafik Kebutuhan Sumber Daya Manusia	18
Gambar 2.6 Interaksi WBS pada PMBOK Guide – Edisi 2000	20
Gambar 2.7 Diagram WBS.....	21
Gambar 3.1 Konstruksi Network Diagram Kegiatan Proyek	27
Gambar 3.2 Hasil EET dengan Perhitungan Maju	28
Gambar 3.3 Hasil LET dengan Perhitungan Mundur	30
Gambar 3.4 Ilustrasi Contoh Float Time Dan Slack Time	31
Gambar 4.1 Network Diagram Perbaikan Turbin Tahun 20	35
Gambar 4.2 Network Diagram Perbaikan Turbin Tahun 2005 ...	38
Gambar 4.3 Network Diagram Perbaikan Turbin Tahun 2007 ..	41
Gambar 4.4 Network Diagram Perbaikan Turbin Tahun 2009 ...	44
Gambar 4.5 Struktur Organisasi Pabrik I	45
Gambar 5.1 Sub Pekerjaan Perbaikan Turbin 103 JT	51
Gambar 5.2 Timeline Sub Pekerjaan Perbaikan Turbin 103 JT ..	52
Gambar 5.3 WBS Perbaikan Turbin 103 JT Tahun 2017.....	53
Gambar 5.4 Timeline Kegiatan Perbaikan Turbin 103 JT Tahun 2017	54
Gambar 5.5 Hubungan Start to Start	55
Gambar 5.6 Hubungan Finish to Start.....	56
Gambar 5.7 Notes Melepas Governor dan Bearing	57
Gambar 5.8 Network Diagram Perbaikan Turbin Tahun 2017 ...	60
Gambar 5.9 Jadwal Kerja Mekanik Pagi	61
Gambar 5.10 Jadwal Kerja Mekanik Malam.....	61

Gambar 5.11 Struktur Pembagian Kerja	62
Gambar 5.12 Timeline Pekerja dengan Meminimalkan Jumlah Pekerja	63
Gambar 5.13 Jumlah Jam Kerja Tiap Grup dengan Meminimalkan Jumlah Pekerja	65
Gambar 5.14 Jumlah Gaji Tiap Grup dengan Meminimalkan Jumlah Pekerja.....	65
Gambar 5.15 Rincian Biaya Setiap Pekerjaan dengan Meminimalkan Jumlah Pekerja	67
Gambar 5.16 Timeline Pekerja dengan Beban Pekerja Merata...	70
Gambar 5.17 Jumlah Jam Kerja Tiap Grup dengan Beban Pekerja Merata.....	71
Gambar 5.18 Jumlah Gaji Tiap Grup dengan Beban Pekerja Merata.....	71
Gambar 5.19 Rincian Biaya Tiap Pekerjaan dengan Beban Pekerja Merata.....	73
Gambar 5. 20 Grafik Kerugian Biaya Proyek Perbaikan	75

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbandingan Waktu Rencana Perbaikan dan Realisasi	2
Tabel 1.2 Kegiatan Perbaikan Turbin 103 JT.....	3
Tabel 3.1 Daftar Kegiatan Proyek	26
Tabel 4.1 Tabel Durasi Perbaikan Turbin Tahun 2003	33
Tabel 4.2 Tabel Durasi Perbaikan Turbin Tahun 2005	36
Tabel 4.3 Tabel Durasi Perbaikan Turbin Tahun 2007	39
Tabel 4.4 Tabel Durasi Perbaikan Turbin tahun 2009.....	42
Tabel 4.5 Scope Pengerjaan Perbaikan Turbin 103 JT.....	48
Tabel 5.1 Perbaikan Turbin 103 JT dengan Kode Kegiatan	58
Tabel 5.2 Gaji Setiap Pekerja dengan Meminimalkan Jumlah Pekerja.....	69
Tabel 5.3 Gaji Setiap Pekerja dengan Beban Pekerja Merata	74
Tabel 5.4 Kebutuhan Gas dan Biaya Start Up.....	77
Tabel 5.5 Rincian Spare Part yang Dibutuhkan	78

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Petrokimia Gresik merupakan produsen pupuk terlengkap di Indonesia yang memproduksi berbagai macam pupuk, seperti: Urea, ZA, SP-36, ZK, NPK Phonska, NPK Kebomas, dan pupuk organik petrokanik. PT Petrokimia Gresik juga memproduksi produk non pupuk, antara lain Asam Sulfat, Asam Fosfat, Amonia, *Dry Ice*, *Aluminum Fluoride*, *Cement Retarder*, dll. Proses produksi menggunakan peralatan yang kebanyakan sudah digunakan sejak lama sehingga perawatan dan pergantian *equipment* sering dilakukan.

Amonia (NH_3) yang merupakan bahan baku pupuk urea dan ZA diproduksi oleh Departemen Produksi I PT. Petrokima Gresik. Pabrik amonia memiliki kapasitas produksi sebesar 1350 ton/hari. Teknologi proses yang digunakan yaitu “*Steam Methane Reforming*” dari MW kellog yang terdiri dari proses tahapan pembuatan gas sintesa, pemurnian gas sintesa, sintesa amonia, proses refrigrasi dan *purge gas recovery*.

Pada proses sintesa ammonia, gas sintesa yang telah dimurnikan ditekan didalam *synthesis gas compressor* 103 J. Penggerak kompresor 103 J adalah turbin 103 JT yang merupakan steam turbin tipe *extraction condensing turbine*. Sisa steam yang digunakan sebagai penggerak digunakan untuk pemrosesan masuk ke turbin 105 JT dan kondensor. Komponen utama dalam turbin 103 JT terdiri dari rotor, labirin, gear, bearing, governour, casing, instrument dan *nozzle*. Uap yang masuk kedalam turbin sebesar 40,684 ton/jam dengan suhu 510°C . Besarnya steam yang masuk turbin tidak jarang menyebabkan kerusakan. Kerusakan tersebut mengganggu proses produksi amonia karena turbin harus mati untuk diperbaiki. Saat perbaikan juga memerlukan waktu lama dan menimbulkan kerugian yang tidak sedikit.

Perbaikan turbin 103 JT memerlukan penjadwalan yang baik, supaya waktu penyelesaian efektif dan perbaikan dapat

terselesaikan sehingga amonia dapat diproduksi kembali. Dalam pelaksanaannya, proses perbaikan turbin 103 JT seringkali mengalami kendala diluar rencana perbaikan sehingga menghambat efektifitas waktu. Kendala tersebut antara lain ketersediaan sumber daya manusia, keterlambatan part yang dipesan ke vendor dan kedisiplinan waktu saat melakukan kegiatan. Permasalahan tersebut dapat mengakibatkan waktu penyelesaian pekerjaan tidak sesuai dengan rencana awal. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.1 di bawah ini waktu perbaikan rencana dan realisasi pada turbin 103 JT yang seringkali mengalami keterlambatan.

Tabel 1.1 Perbandingan Waktu Rencana Perbaikan Dan Realisasi

Tahun	Rencana Perbaikan (jam)	Realisasi Perbaikan (jam)	Slack (jam)
2003	300	540,82	240,82
2005	408	447,73	39,73
2007	312	323,98	11,98
2009	160	156,97	3,03

Perbedaan waktu perencanaan tiap tahunnya ditentukan oleh hasil negosiasi departemen produksi, mekanik dan *turn around*. Departemen produksi memberikan estimasi waktu untuk mesin mati kemudian departemen mekanik menganalisa bagian yang akan diperbaiki. Setelah itu departemen *turn around* mengatur jadwal perbaikan. Meskipun waktu rencana telah disetujui setiap departemen masih saja terdapat keterlambatan dalam pengerjaannya.

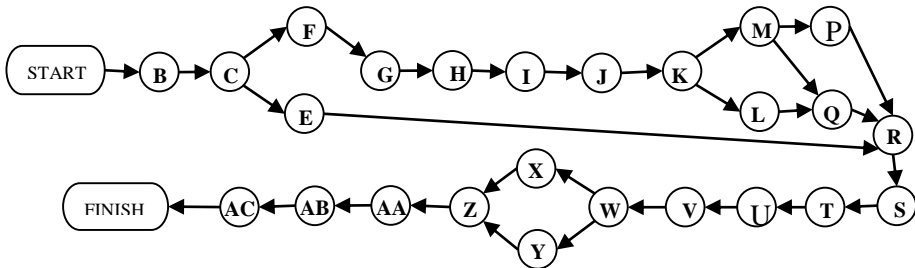
Tabel 1.2 merupakan kegiatan perbaikan turbin dengan kode kegiatan untuk mempermudah membuat network diagram.

Tabel 1.2 Kegiatan Perbaikan Turbin 103 JT

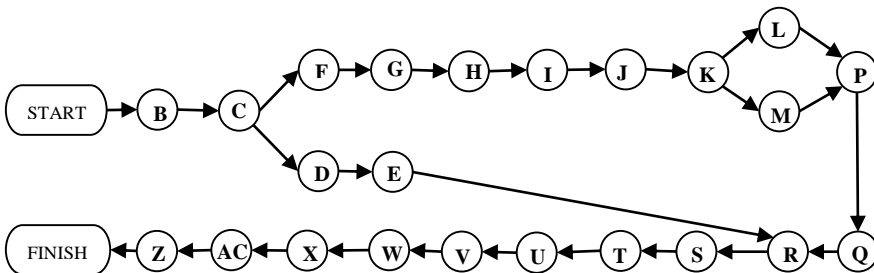
Kode Keg	Kegiatan
0	Start
A	Cooling down
B	Lepas langging dan isolasi
C	Disconnect instrumentasi
D	Lepas exhaust duct
E	Lepas E/H acuator, kalibrasi
F	Uncouple (LP/HP)
G	Buka baut casing
H	Angkat dan balik upper casing
I	Angkat rotor dan internal
J	Bersihkan casing
K	Lepas dan assembly house bearing
L	Inspection finding
M	Bersihkan internal part
N	Lepas dan ganti nozzle tk 1& 2
O	Pasang internal part
P	Pasang rotor dan bearing
Q	Pengukuran
R	Sambung instrumentasi
S	Pasang upper casing
T	Pengerasan baut-baut
U	Pasang exhaust duct
V	Pasang bearing dan kabel instrumen
W	Pasang coupling hub
X	Alignment

Y	Pasang lagging dan isolasi
Z	Sirkulasi oli dan screening
AA	Cover speed trip test
AB	Cooling down
AC	Couple up (HP & LP)
	Finish

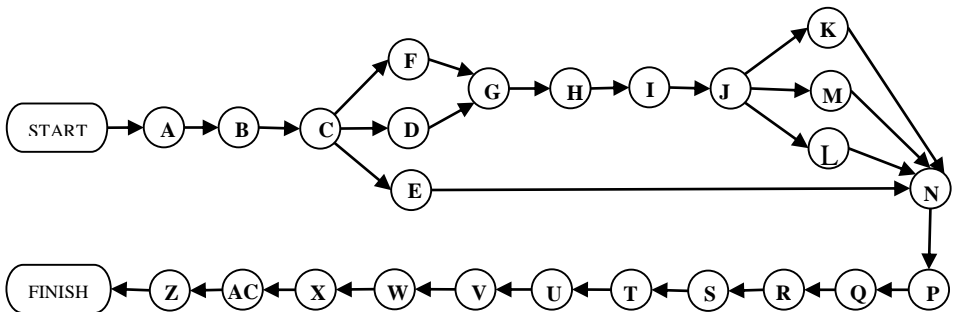
Tabel tersebut menunjukan kegiatan yang pernah dilakukan pada tahun 2003 sampai 2009. Pada setiap tahunnya terdapat tahap pekerjaan yang dilakukan sehingga didapatkan beberapa model jaringan kerja seperti gambar 1.1, 1.2 dan 1.3.



Gambar 1.1 Jaringan Perbaikan Tahun 2003



Gambar 1.2 Jaringan Perbaikan Tahun 2005



Gambar 1.3 Jaringan Perbaikan Tahun 2007 dan 2009

Gambar jaringan 1.1, 1.2 dan 1.3 menunjukkan adanya urutan pekerjaan perbaikan yang bermacam-macam. Jumlah proses yang dilakukan setiap tahunnya juga berbeda-beda. Hal tersebut mengakibatkan ketidakefektifan waktu dan sumber daya. Maka dari itu dibutuhkan prosedur yang dapat meminimalkan waktu, sdm dan biaya.

Salah satu cara yang digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan menggunakan manajemen proyek. Manajemen proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, kemampuan, sarana dan teknik/metode pada kegiatan proyek agar dapat memenuhi kebutuhan *stakeholder* dan harapan dari sebuah proyek. Cara tersebut dapat digunakan untuk mengetahui susunan kegiatan yang perlu dilakukan dan waktu pengerjaan agar tidak terjadi pemborosan waktu maupun keterlambatan.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang terdapat dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Apa penyebab keterlambatan waktu pengerjaan perbaikan turbin?
2. Bagaimana proses perbaikan yang efektif untuk mengoptimalkan waktu dan biaya?
3. Bagaimana pengaturan sumber daya pada setiap perbaikan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan tugas akhir yang mengacu pada rumusan masalah diatas adalah:

1. Menganalisa penyebab keterlambatan jadwal perbaikan.
2. Merancang kegiatan perbaikan yang efektif untuk mengoptimalkan waktu dan biaya.
3. Mengalokasikan sumber daya pada setiap kegiatan perbaikan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang terdapat dalam tugas akhir ini adalah:

1. Proses perbaikan yang dilakukan pada turbin 103 JT PT. Petrokimia Gresik Unit Amonia.
2. Data yang digunakan pada tugas akhir ini adalah data milik PT. Petrokimia Gresik Tahun 2003-2009.
3. Pengerjaan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Project.
4. Biaya dalam MS. Project merupakan gaji pekerja.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengetahui dan memahami proses perbaikan pada turbin 103 JT di PT. Petrokimia Gresik.
2. Membantu mengoptimalkan kerja proses perbaikan pada turbin 103 JT di PT. Petrokimia Gresik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Sebelum memulai suatu proyek dibuatlah sebuah perencanaan agar kegiatan yang dilakukan tepat pada sasaran. Proyek yang dilakukan misalnya proyek konstruksi, proyek manufaktur, proyek penelitian dan pengembangan maupun proyek pelayanan manajemen. Terdapat beberapa penelitian terdahulu mengenai perencanaan suatu proyek salah satunya jurnal [1] yang berjudul Usulan Penjadwalan Proyek Pemeliharaan Turbin Menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM) studi di PLTP Kamojang Unit III PT. Indonesia Power, melakukan analisa untuk menentukan jumlah sumber daya dan lintasan kritisnya. Pengerjaan dengan membandingkan penggunaan metode bar chart dan PDM didapatkan waktu tercepat penyelesaian dengan menggunakan metode PDM. Metode ini juga memperlihatkan hubungan antarkegiatan dan lintasan kritis keterlambatan sehingga metode PDM dipilih sebagai standar penjadwalan pemeliharaan proyek.

Ada pula skripsi [2] berjudul Evaluasi Ketidaksesuaian Antara Waktu Aktual dan Waktu Rencana Perawatan Turbin Gas Tipe CFM untuk pesawat Boing 737-300 dengan Menggunakan Metode *Network Planning*. Dalam penelitian ini digunakan metode CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Project Evaluation and Review Technique*). Kedua metode tersebut digunakan untuk mengetahui waktu mulai dan selesainya aktivitas.

Jurnal [3] yang berjudul Analisis Percepatan Waktu Proyek dengan Tambahan Biaya yang Optimum Proyek Pengembangan Gedung Mako Polsek Jetis Type 350 dan Fasum Gedung Mako Polsek Jetis Yogyakarta menganalisa tentang perubahan biaya dan waktu pelaksanaan proyek dengan variasi penambahan jam kerja menggunakan Microsoft Project. Menggunakan metode analisis data berupa data daftar bahan dan upah tenaga kerja, Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek, time schedule (kurva-S), estimasi

waktu dalam program Microsoft Project, data biaya langsung dan data biaya tidak langsung.

Penelitian [4] yang berjudul *Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung Research Centre Universitas Tadulako dengan Menggunakan Microsoft Project*. Dalam penelitiannya pertama menentukan produktivitas pekerja selanjutnya menghitung durasi setiap pekerjaan kemudian menentukan hubungan saling ketergantungan antar kegiatan dan menyusun jaringan kerja dengan menggunakan metode *Grant Chart* pada software Microsoft Project.

2.2 Pengertian Manajemen Proyek

Proyek adalah pekerjaan sementara yang dilakukan untuk membuat suatu produk, jasa atau hasil yang unik. Sementara berarti bahwa setiap proyek memiliki waktu awal dan akhir yang pasti. Proyek mungkin melibatkan satu unit, satu organisasi atau mungkin lintas organisasi batas, seperti kemitraan.

Manajemen proyek [5] adalah aplikasi pengetahuan, keterampilan, alat, dan teknik dalam aktivitas-aktivitas proyek untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan proyek. Penggunaan prosesnya seperti: memulai, merencanakan, melaksanakan, mengendalikan dan menutup. Tim pengelola pekerjaan biasanya melibatkan batasan ruang lingkup, waktu, biaya, risiko dan kualitas. Semakin banyak tahu tentang proyek, semakin baik mengelolanya.

2.2.1 Perencanaan Proyek

Memilih dan menentukan langkah – langkah kegiatan yang akan datang untuk mencapai sasaran merupakan konsep dari perencanaan. Dalam pelaksanaannya perencanaan proyek, tahap dan kegunaan perencanaan dapat dibedakan menjadi perencanaan dasar dan perencanaan pengendalian. Perencanaan dasar dimaksudkan untuk meletakkan dasar-dasar berpijak dari suatu penyelenggaraan proyek. Sedangkan perencanaan pengendalian merupakan kegiatan menganalisis dan membandingkan hasil

pelaksanaan, seringkali harus diikuti dengan pembuatan perencanaan ulang yang bertujuan agar pekerjaan selalu terbimbing menuju sasaran. Proyek yang lengkap akan meliputi:

1. Menentukan sasaran proyek
2. Menentukan strategi pelaksanaan
3. Menentukan organisasi proyek dan pengisian tenaga yang diperlukan dalam kurun waktu tertentu untuk menentukan siapa saja yang melaksanakan pekerjaan
4. Menjabarkan lingkup proyek struktur rincian unit pekerjaan (SRK) untuk menentukan pekerjaan apa saja yang dikerjakan.
5. Menyusun rangkaian jadwal pelaksanaan masing-masing pekerjaan dan kaitannya satu dengan yang lain untuk menjawab kapan pekerjaan tersebut dilaksanakan.
6. Membuat perencanaan keperluan dan pengeluaran dana.

2.3 Jaringan Kerja (*Network Planning*)

Jaringan kerja (*Network Planning*) pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram network. Dengan demikian dapat dilihat bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.

Agar dapat merealisasikan pengertian dari manajemen proyek maka perlu dilakukan pemantauan, pengawasan dan evaluasi pelaksanaan proyek. Sehingga setiap fase pelaksanaan dapat diuji kelayakannya berdasarkan network planning. Kemungkinan waktu dan penggunaan sumber daya dapat dideteksi secara dini.

2.3.1 Pengertian Kegiatan dan Lintasan Kritis

Pada hakikatnya kegiatan adalah proses interaksi input yaitu sumber daya dengan keterampilan, untuk menghasilkan output berupa produk tertentu. Jadi dapat dikatakan bahwa kegiatan

merupakan suatu sistem. Hubungan antara proyek dan kegiatan adalah kegiatan merupakan komponen-komponen yang tersusun membentuk sebuah proyek.

Perhatian dari pengelolaan proyek adalah lintasan kritis, hal ini disebabkan bahwa pengalaman kegiatan-kegiatan kritis dari suatu proyek umumnya kurang dari 20% total pekerjaan, sehingga jika memberikan perhatian lebih pada lintasan kritis dianggap tidak mengganggu kegiatan yang lain. Lintasan kritis adalah lintasan dengan waktu paling panjang dalam jaringan. Apabila kegiatan pada jalur kritis terlambat pelaksanaannya akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Lintasan yang bukan lintasan kritis mempunyai jangka waktu yang lebih pendek dibanding dengan lintasan kritis, sehingga lintasan yang tidak kritis mempunyai waktu untuk bisa terlambat dan disebut *float* atau *slack*.

2.3.2 Ketentuan dalam Network Planning

Saat membuat network planning terdapat beberapa ketentuan sebagai berikut [6]:

1. Sebelum suatu kegiatan dimulai, semua kegiatan yang mendahuluinya harus sudah selesai dilakukan.
2. Gambar anak panah hanya sekedar menunjukkan urutan didalam mengerjakan pekerjaan saja dan panjang anak panah dan arahnya tidak menunjukkan letak pekerjaan.
3. Nodes (lingkaran yang menunjukkan kejadian diberi nomor sedemikian rupa, sehingga tidak terbatas nodes yang mempunyai nomor yang sama)
4. Dua buah kejadian nama bisa dihubungkan oleh satu kegiatan anak panah.
5. *Network* hanya dimulai dari satu kejadian awal yang sebelumnya tidak ada pekerjaan yang mendahuluinya, disamping itu *network* diakhiri oleh suatu kejadian akhir.

Jaringan perencanaan harus digambarkan logika ketergantungan dari tiap kegiatan secara mendetail. Memperhitungkan dan mengetahui waktu tiap-tiap kejadian yang ditimbulkan oleh satu atau beberapa kegiatan. Dalam jaringan ditunjukkan dengan jelas waktu yang sangat kritis dan yang tidak, sehingga memungkinkan untuk mengatur pembagian usaha.

2.3.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi *Network Planning*

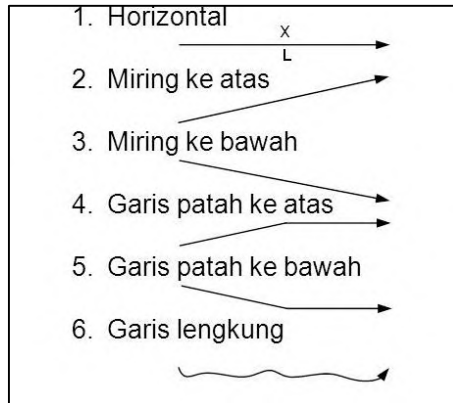
Berikut ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi *network planning* yaitu [7]:

1. Rencana
Rencana yang digunakan organisasi dalam melaksanakan proyek, penentuan kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan serta logika ketergantungan satu sama lain.
2. Waktu
Lamanya durasi waktu dalam proyek biasanya diukur dalam satuan standar: hari, jam, menit. Waktu tersebut mewakili masing-masing kegiatan proyek secara keseluruhan.
3. Sumber daya
Tenaga kerja, peralatan serta material yang dibutuhkan.
4. Biaya
Keseluruhan pengeluaran yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek.

2.3.4 Simbol-Simbol dalam *Network Planning*

Network planning merupakan jaringan kerja yang berisi lintasan-lintasan kegiatan dan urutan peristiwa yang ada selama pelaksanaan proyek. Berikut ini macam macam simbol jaringan:

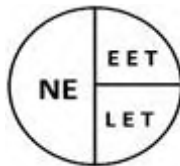
1. Anak panah
Anak panah digambarkan dengan ekor anak panah yang ditafsirkan sebagai mulai kegiatan dan kepala anak panah sebagai kegiatan selesai seperti pada gambar 2.1. Panjang anak panah tidak melambangkan lamanya waktu penyelesaian.



Gambar 2.1 Enam Alternatif Menggambar Anak Panah [8]

2. Lingkaran

Lingkaran seperti gambar 2.2 yang melambangkan peristiwa selalu digambar berupa lingkaran yang terbagi atas NE (*Number of Event*), EET (*Earliest Event Time*) dan LET (*Lates Event Time*).

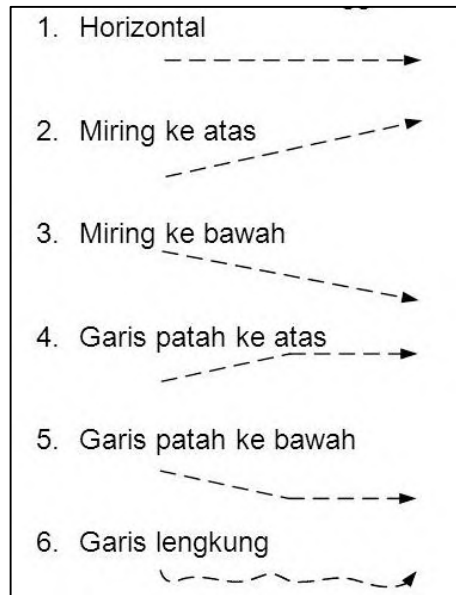


Gambar 2.2 Lingkaran Kegiatan [8]

NE adalah indeks untuk tiap peristiwa dari awal sampai akhir sejalan dengan arah anak panah dari angka terkecil ke lebih besar. EET adalah waktu paling awal peristiwa itu dapat dikerjakan. LET adalah waktu paling akhir peristiwa itu harus dikerjakan.

3. Anak panah terputus-putus

Anak panah terputus-putus melambangkan hubungan antar peristiwa seperti pada gambar 2.3. Tidak perlu diperhitungkan karena tidak memiliki nama dalam perhitungan waktu dan sumber daya, lamanya dihitung sama dengan nol, tetapi bila diperlukan untuk menyatakan logika ketergantungan kegiatan yang patut diperhatikan atau disebut *dummy*.



Gambar 2.3 Enam Alternatif Menggambarkan Anak Panah Putus-Putus [8]

2.3.5 Langkah-langkah dalam pembentukan *network planning*

Sistematika lengkap dari penyusunan *network planning*, langkah-langkah pembuatan *network planning* adalah sebagai berikut [9]:

1. Menginvestasi kegiatan-kegiatan
Pada langkah ini, dilakukan pengajian dan pengidentifikasian lingkup proyek, menguraikan atau memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek.
2. Menyusun hubungan antar kegiatan
Disusun kembali komponen-komponen pada butir pertama sesuai dengan logika ketergantungan.
3. Menyusun network diagram
Menghubungkan semua kegiatan menjadi rantai dengan urutan sesuai logika ketergantungan.
4. Menetapkan waktu
Memberikan durasi waktu bagi masing-masing kegiatan sesuai rencana dan jangka waktu awal.
5. Mengidentifikasi lintasan kritis
Network diagram yang disusun dilakukan perhitungan waktu maju dan waktu mundur. Dari kedua perhitungan tersebut dihitung *float* dan diidentifikasi lintasan kritisnya.
6. Melakukan analisis waktu, biaya dan sumber daya
Menentukan waktu proyek optimal dilihat dari segi biaya dari berbagai alternatif, meminimalkan fluktuasi pemakaian sumber daya.

2.4 Critical Path Method

Metode jalur kritis (*Critical Path Method* – CPM) [10], yakni metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek-proyek merupakan system yang paling banyak digunakan diantara semua system lain dengan memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan CPM, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. CPM adalah model manajemen proyek yang mengutamakan biaya sebagai objek yang dianalisis. CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan

biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan.

2.4.1 Analisa skala waktu optimal *network planning*

Menganalisa waktu dalam *network planning* menggunakan perhitungan maju dan perhitungan mundur.

1. Perhitungan maju

Dimulai dari start atau awal pengerjaan menuju *finish* untuk mendapatkan waktu tercepat terjadinya kegiatan (EET). EET permulaan sama dengan nol. Cara menghitung selanjutnya dengan menambah durasi dari setiap kegiatan. Sampai didapatkan waktu keseluruhan proyek selesai.

$$E_1 = 0$$

ES untuk setiap kegiatan (i,j) adalah E_i untuk peristiwa sebelumnya

EF untuk setiap kegiatan (i,j) adalah ES ditambah durasi ($EF_{ij} = ES_{ij} + D_{ij}$)

2. Perhitungan mundur

Dimulai dari finish atau akhir pengerjaan menuju *start* untuk mendapatkan waktu terlama terjadinya kegiatan (LET). Cara menghitungnya mengurangi waktu akhir proyek dengan durasi dari setiap kegiatan.

Peristiwa terakhir $E_n = L_n$

LF untuk setiap kegiatan (i,j) adalah LET dari peristiwa j

LS untuk setiap kegiatan (i,j) adalah LF dikurangi durasi ($LS_{ij} = LF_{ij} - D_{ij}$)

3. Perhitungan *float*

Mencari jangka waktu atau selisih dari waktu terjadinya peristiwa terlama dengan waktu terjadinya peristiwa tercepat. *Float* merupakan jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian secara keseluruhan.

$$TF = LF - EF = LS - ES$$

2.4.2 Mempersingkat Waktu proyek (*Crashing Proyek*)

Setelah mengetahui kurun waktu pelaksanaan proyek didapatkan alternatif penyelesaian proyek dengan mempersingkat waktu tetapi menambah biaya atau sumber daya lain dalam batas-batas yang masih dianggap ekonomis. Proses mempercepat kurun waktu disebut *crash program*.

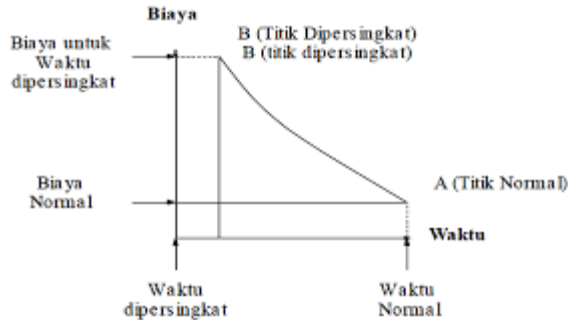
Jumlah sumber daya proses tersebut digunakan asumsi untuk menganalisis program mempersingkat waktu alternatif yang akan dipilih tidak dibatasi oleh keterbatasan sumber daya. Selain itu diperhitungkan dalam menggunakan tenaga kerja dan peralatan harus menghindari fluktuasi yang tajam dengan pemerataan pemakaian sumber daya.

Apabila diinginkan waktu penyelesaian yang lebih cepat dengan lingkup yang sama, maka keperluan sumber daya akan bertambah, sumber daya ini dapat berupa tenaga kerja, material dan peralatan yang dinyatakan dalam sejumlah biaya. Jadi tujuan utama dari program mempersingkat waktu adalah mempersingkat jadwal penyelesaian kegiatan atau proyek dengan kenaikan biaya yang minimal. Seperti pada gambar 2.4 yang menjelaskan hubungan antara waktu dan biaya.

Berikut ini definisi-definisi yang dibutuhkan untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara waktu dan biaya sesuai kegiatan:

- Kurun waktu normal
Yaitu kurun waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan sampai selesai, dengan cara efisien tetapi diluar mempertimbangkan adanya kerja lembur ada usaha-usaha khusus lainnya seperti menyewa peralatan yang lebih membantu.
- Biaya normal
Yaitu biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal.
- Kurun waktu dipersingkat (*Crash time*)
Yaitu waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis masih mungkin.

- Biaya untuk waktu yang dipersingkat (*Crash cost*)
Yaitu jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu tersingkat.

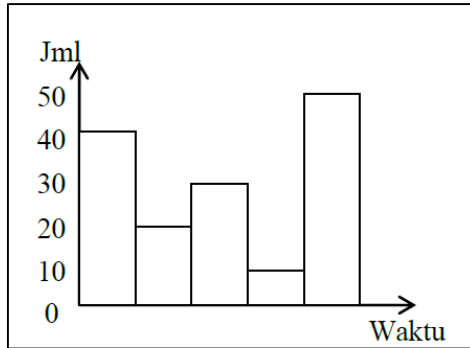


Gambar 2.4 Hubungan Waktu-Biaya Normal Dipersingkat untuk Satu Kegiatan [11]

2.4.3 Merencanakan Sumber Daya Manusia

Tenaga kerja dalam suatu kegiatan proyek konstruksi merupakan bagian dari sumber daya proyek dan dapat diartikan sebagai orang yang secara langsung terlibat dalam pekerjaan fisik proyek tersebut. Dalam suatu proyek, tenaga kerja yang digunakan memiliki porsi besar. Sehingga harus diperhatikan agar tidak terjadi pemborosan.

Kondisi sumber daya yang tidak baik adalah saat grafik mengalami fluktuasi atau naik turun seperti gambar 2.5 di bawah. Kondisi tersebut tidak menguntungkan, pilihannya memindahkan tenaga kerja ke proyek lain atau menanggung kerugian karena tetap membayar tenaga kerja tersebut tanpa tugas.



Gambar 2.5 Gambar Grafik Kebutuhan Sumber Daya Manusia [11]

Hasil yang ingin dicapai dalam perataan adalah proses *smoothing* dan *leveling*. *Smoothing* berarti tenaga kerja yang digunakan sepanjang proyek merata. Sedangkan *leveling* merupakan proses pemerataan yang dilihat dari sumber daya yang digunakan sepanjang periode proyek masih berfluktuasi tetapi diusahakan minimum.

Beberapa persyaratan yang merupakan batasan dalam meratakan tenaga kerja, yaitu:

- Produktivitas dari setiap tenaga kerja dianggap sama
- Perbedaan produktivitas dari jumlah team kerja tidak diperhitungkan
- Tidak dapat dilakukan penghentian aktivitas. Ini berarti bila suatu aktivitas sudah dimulai, maka aktivitas tersebut harus dilaksanakan sampai selesai.
- Perpindahan

Penambahan jam kerja (lembur) bisa dilakukan dengan melakukan penambahan yang diinginkan. Semakin besar penambahan jam lembur dapat menimbulkan penurunan produktivitas pekerja. Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dan *input* atau dapat dikatakan sebagai rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang diinginkan.

2.5 Work Breakdown Structure (WBS)

PMBOK mendefinisikan WBS sebagai cara pemecahan pekerjaan yang hirarki untuk memandu Tim Proyek dalam menjalankan proyek mereka. Secara visual, WBS mendefinisikan ruang lingkup proyek yang dapat dipahami oleh Tim Proyek secara keseluruhan, karena setiap tingkat dari WBS dapat memberikan definisi lebih lanjut dan detail. WBS merupakan komponen dasar dari manajemen proyek yang menjadi masukan penting untuk proses manajemen proyek dan *deliverable* lainnya. Jadi, WBS merupakan cara pembagian pekerjaan dalam suatu manajemen proyek yang sesuai dengan ruang lingkup proyek yang digambarkan secara terstruktur dan terperinci tanpa memperhatikan urutan pekerjaan yang menghasilkan penyampaian secara spesifik. Dalam PMBOK, pembuatan WBS termasuk dalam bidang *Scope Management*.

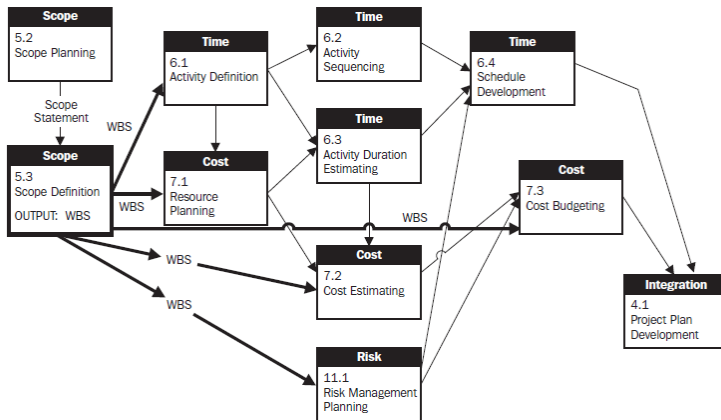
Definisi *scope management* [12] adalah proses yang diperlukan untuk memastikan bahwa proyek tersebut mencakup semua pekerjaan yang diperlukan, dan hanya pekerjaan yang diperlukan, untuk menyelesaikan proyek dengan sukses. Berdasarkan definisi tersebut, WBS memiliki dua tujuan:

- Memastikan bahwa proyek tersebut mencakup semua pekerjaan yang diperlukan.
- Memastikan bahwa proyek tersebut tidak mencakup pekerjaan yang tidak perlu.

Tujuan tersebut menjadi perhatian besar bagi manajer proyek. Jika WBS tidak memenuhi salah satu dari tujuan tersebut, maka kemungkinan proyek tersebut akan gagal. Jika pekerjaan yang dibutuhkan dihilangkan, proyek tersebut pasti akan tertunda dan kemungkinan mengalami penambahan biaya. Jika pekerjaan tidak perlu namun dilakukan akan membuang waktu dan uang sia-sia.

Pada gambar 2.6 dari PMBOK *Guide* – edisi 2000 menggambarkan bagaimana seluruh perencanaan pokok suatu proyek pada WBS. WBS adalah acuan utama untuk empat inti proses dan satu proses tambahan:

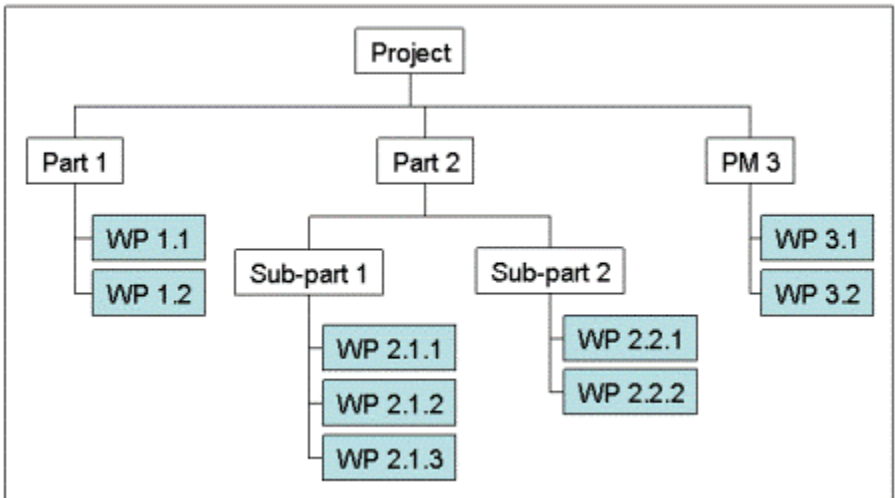
- Definisi kegiatan
- Perencanaan sumber daya
- Perkiraan biaya
- Penganggaran biaya
- Perencanaan manajemen resiko



Gambar 2.6 Interaksi WBS pada PMBOK Guide – Edisi 2000 [5]

Keberhasilan manajemen proyek bergantung pada kemampuan manajer proyek untuk mengefektifkan tim proyek untuk menyelesaikan sebuah proyek. Penyelesaian pekerjaan harus disusun, ditetapkan, direncanakan, dilacak dan dilaporkan melalui WBS. Pekerjaan ini berhubungan langsung dengan jadwal, anggaran dan dukungan yang efektif dari sumber daya.

Kunci berbagai rencana adalah memecah kegiatan yang diperlukan ke dalam sebuah bagian yang lebih kecil lagi. Rincian struktur kerja (WBS) diawali dengan menyusun komponen-komponen utama proyek. Hal ini merupakan langkah pertama dari WBS (Level 0 adalah judul proyek). Kemudian level pertama sebagai tugas awal, kemudian lebih diperinci lagi menjadi sub task (sub-tugas) dan paket pekerjaan (*work package*), seperti gambar 2.7.



Gambar 2.7 Diagram WBS [5]

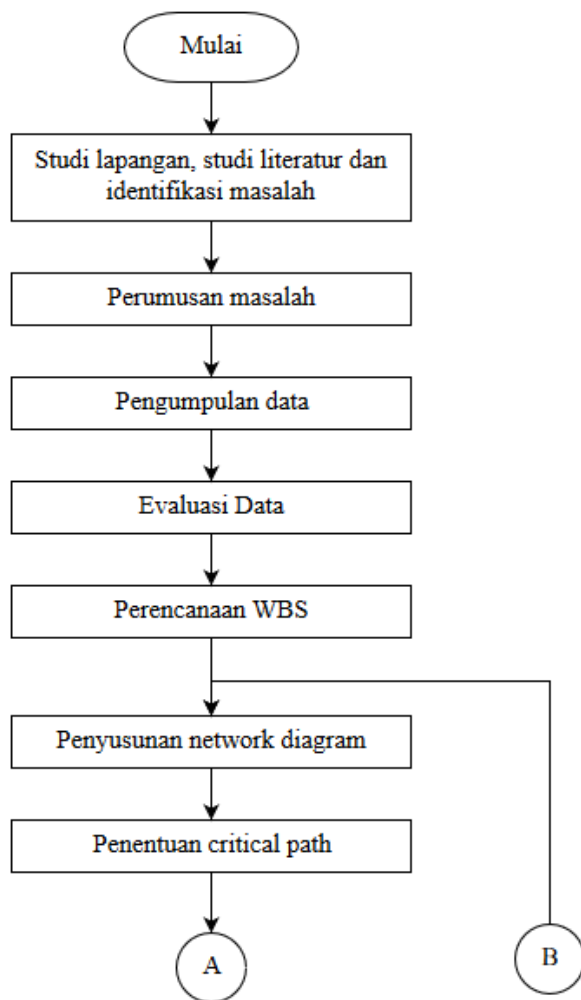
Terdapat beberapa fungsi dari WBS terhadap manajemen proyek:

1. Untuk mendefinisikan lingkup pekerjaan proyek yang harus dilaksanakan dan untuk mendetailkan (*decomposition*) lebih jauh menjadi komponen-komponen yang penting untuk dikendalikan. Dekomposisi lingkup pekerjaan proyek tergantung pada kebutuhan manajemen untuk kontrol dengan representasi tingkat detail yang memadai.

2. Untuk menyediakan kepada tim manajemen proyek dengan suatu *framework* dimana berdasarkan status proyek dan laporan progres.
3. Untuk memfasilitasi komunikasi antara manajer proyek dan *stakeholder* selama masa proyek. WBS dapat digunakan untuk komunikasi informasi yang terkait dengan lingkup pekerjaan. Kombinasi WBS dengan data tambahan lain dapat ditambah menjadi *schedule*, resiko, *performance*, ketergantungan dan biaya.
4. Sebagai input utama yang akurat untuk proses manajemen proyek dan tujuan lainnya seperti definisi aktivitas, *network diagram*, *schedule program* dan proyek, laporan *performance*, analisis risiko, alat kendali atau organisasi proyek.
5. Meningkatkan percaya diri bahwa 100% pekerjaan telah teridentifikasi dan termasuk.
6. Suatu pondasi atas proses kontrol terkait proyek.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian





3.2 Prosedur Penelitian

Diagram alir penelitian dijelaskan sebagai berikut:

3.2.1 Studi lapangan, studi literatur dan identifikasi masalah

Studi lapangan dilakukan di PT. Petrokimia Gresik pada unit amonia pabrik I. Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi masalah yang ada. Disamping itu, dilakukan studi literatur, mencakup materi-materi yang mungkin diperlukan selama studi lapangan dan pengidentifikasian masalah.

3.2.2 Perumusan masalah

Setelah masalah teridentifikasi, maka dilakukan perumusan masalah yang terjadi di PT. Petrokimia Gresik untuk diangkat menjadi pembahasan pada tugas akhir ini. Adapun perumusan masalah yang ada yaitu menganalisa ketidaksesuaian waktu aktual dan rencana penjadwalan perbaikan turbin 103 JT oleh PT. Petrokimia Gresik unit amonia pada pabrik I dan merancang kegiatan perbaikan turbin yang lebih baik.

3.2.3 Pengumpulan data

Untuk menunjang tugas akhir ini, dilakukan pengumpulan data-data dari perusahaan yang ditinjau. Data-data yang diambil antara lain:

1. Data jadwal perbaikan turbin 103-JT tahun 2003-2009
2. Laporan *Turn Around* turbin 103-JT tahun 2003-2009
3. Data kerusakan turbin 103-JT tahun 1998-2012

3.2.4 Evaluasi data

Setelah mengumpulkan data, data dianalisa untuk membandingkan perbaikan setiap tahunnya. Melihat perbedaan kegiatan pada setiap tahunnya sehingga didapatkan kegiatan yang diperlukan, kegiatan yang tidak diperlukan dan diperlukannya kegiatan tambahan atau tidak. Membuat *network diagram* untuk kegiatan sebelumnya sehingga menemukan kegiatan yang paling kritis.

3.2.5 Perencanaan *Work Breakdown Structure*

Tahap selanjutnya adalah perencanaan WBS dari perbaikan turbin 103-JT. Mengurutkan setiap kegiatan yang dilakukan dari turbin *shutdown (start)* sampai turbin *start up (finish)* dan mendefinisikan kegiatan secara detail. Penyusunan dilakukan dengan mengestimasi waktu pengerjaan setiap kegiatan berdasarkan data sebelumnya. Pengalokasian jumlah tenaga kerja, peralatan yang dibutuhkan serta biaya yang dibutuhkan.

Pengerjaan WBS dilakukan dengan menggunakan Microsoft Project.

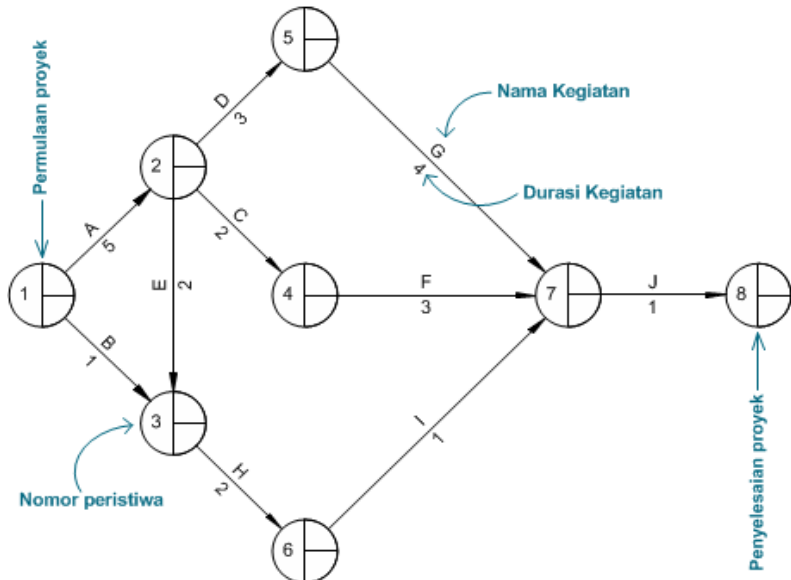
3.2.6 Penyusunan *Network Diagram*

Membuat *network diagram* berdasarkan WBS yang telah dibuat, mengklasifikasikan kegiatan yang dilakukan terlebih dahulu, kegiatan yang dilakukan bersamaan dan kegiatan yang dilakukan menunggu kegiatan lainnya (*predecessor*). Memberi kode setiap jenis aktivitas dengan huruf kapital, agar memudahkan saat menggambar dan menganalisis diagram. Tabel 3.1 berikut adalah contoh daftar kegiatan yang diperlukan dalam rencana suatu proyek.

Tabel 3.1 Daftar Kegiatan Proyek [13]

Kegiatan	Deskripsi	Predecessor	Durasi, bulan
A	Perancangan produk	-	5
B	Penelitian pasar	-	1
C	Analisis produksi	A	2
D	Model produk	A	3
E	Brosur penjualan	A	2
F	Analisis biaya	C	3
G	Pengujian produk	D	4
H	Pelatihan penjualan	B, E	2
I	Penetapan harga	H	1
J	Pelaporan proyek	F, G, I	1

Susunan network diagramnya menjadi gambar 3.1.



Gambar 3.1 Konstruksi Network Diagram Kegiatan Proyek [13]

3.2.7 Penentuan *Critical Path*

Sebelum mencari *critical path*, menentukan dahulu *earliest event time* (EET) dengan perhitungan maju dan *lastest event time* (LET) dengan perhitungan mundur. EET diawali dengan perhitungan dari node nomor 1 dengan anggapan waktu mulai sama dengan nol, selanjutnya bergerak dalam jaringan untuk menghitung:

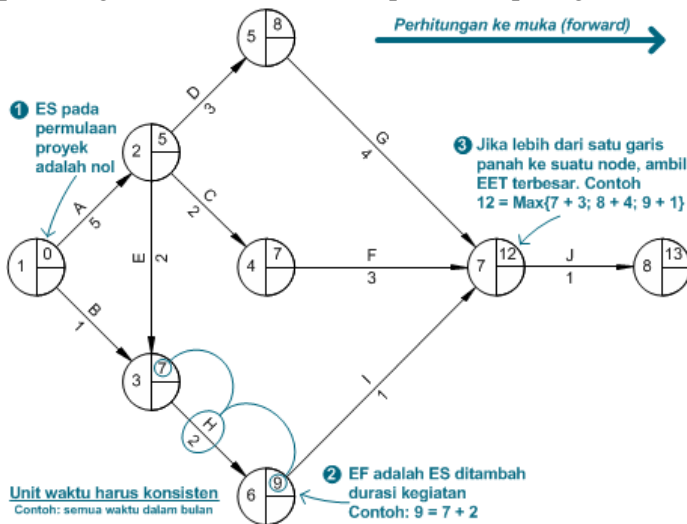
- EET yang terjadi E_i
- Waktu mulai tercepat atau *earliest start* (ES)
- Waktu selesai tercepat atau *earliest finish* (EF)

untuk setiap kegiatan dalam jaringan sampai perhitungan berakhir di node terakhir. Berikut metode perhitungannya:

- i. Jadikan EET yang terjadi pada permulaan proyek sama dengan nol, artinya,
 $E_1 = 0$ (3.1)
- ii. ES untuk setiap kegiatan (i,j) adalah sama dengan E_i untuk peristiwa sebelumnya, artinya,
 $ES_{ij} = E_i$ (3.2)
- iii. EF untuk setiap kegiatan (i,j) adalah sama dengan ES ditambah durasi kegiatan, artinya,
 $EF_{ij} = ES_{ij} + D_{ij}$ (3.3)
 Atau
 $EF_{ij} = E_i + D_{ij}$ (3.4)
- iv. EET untuk peristiwa j adalah maksimum EF dari semua kegiatan yang berakhir ke dalam peristiwa tersebut. Artinya,
 $E_j = \text{maks} \{EF_{ij} \text{ untuk semua } predecessor(i,j)\}$
 $E_j = \text{maks} \{E_i + D_{ij}\}$

Dimana D adalah durasi kegiatan. Dalam perhitungan ini, kegiatan diidentifikasi oleh *predecessor* node atau peristiwa i dan *successor* node j.

Hasil perhitungan EET dari tabel 3.1 dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Hasil EET dengan Perhitungan Maju [13]

Menghitung LET dimulai dari perhitungan waktu mulai terlama atau *latest start* (LS) dan waktu selesai terlama atau *latest finish* (LF) untuk setiap kegiatan dalam jaringan yang dimulai dari node terakhir dengan L_n sama dengan E_n pada node terakhir (yang diketahui dari perhitungan maju) sampai perhitungan berakhir di node nomer 1. Berikut metode perhitungannya:

- i. Untuk peristiwa akhir anggap

$$E_n = L_n \dots\dots\dots(3.5)$$

Semua ES telah dihitung pada tahap perhitungan maju.

- ii. LF untuk setiap kegiatan (i,j) adalah sama dengan LET dari peristiwa j, artinya,

$$LF_j = L_j \dots\dots\dots(3.6)$$

- iii. LS untuk setiap kegiatan (i,j) adalah sama dengan LF dikurangi durasi kegiatan, artinya,

$$LS_{ij} = LF_{ij} - D_{ij} \dots\dots\dots(3.7)$$

Atau

$$LS_{ij} = L_j - D_{ij} \dots\dots\dots(3.8)$$

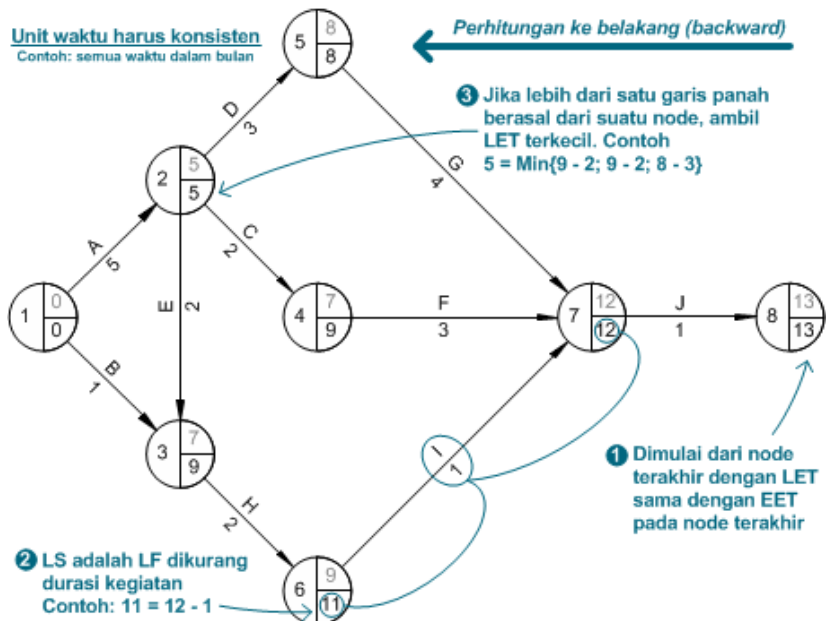
- iv. LET untuk peristiwa I adalah minimum LS dari semua kegiatan yang berasal dari peristiwa tersebut, artinya,

$$L_i = \min \{LS_{ij} \text{ untuk semua } successor(i,j)\}$$

$$L_i = \min \{LF_{ij} - D_{ij}\}$$

$$L_i = \min \{L_j - D_{ij}\}$$

Hasil dari perhitungan LET akan terlihat seperti gambar 3.3.



Gambar 3.3 Hasil LET dengan Perhitungan Mundur [13]

Setelah didapatkan perhitungan EET dan LET didapatkan waktu terpanjang dari peristiwa awal sampai terakhir. Kemudian mencari *float* untuk memberikan fleksibilitas pada penjadwalan untuk menyelesaikan tugas-tugas tertentu sehingga ada suatu periode waktu dimana kegiatan dapat meleset tetapi tidak mempengaruhi jalur kritis dan tanggal penyelesaian. Terdapat dua kategori *float*, yaitu:

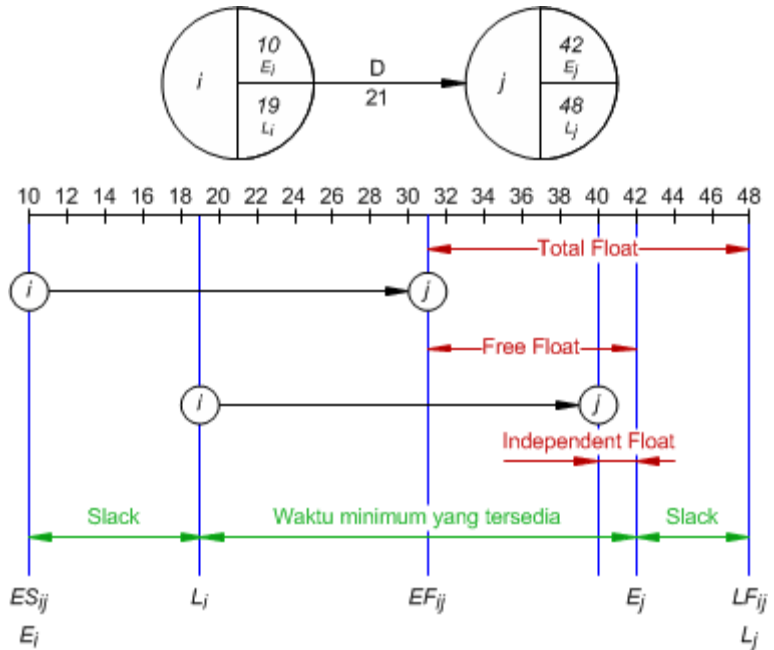
1. **Free float** adalah banyaknya *delay* yang dapat ditugaskan untuk setiap satu kegiatan tanpa menunda kegiatan selanjutnya. *Free float* atau FF_{ij} , untuk aktivitas (i,j) adalah:

$$FF_{ij} = E_j - E_i - D_{ij} \dots\dots\dots (3.9)$$
2. **Total float** adalah maksimum banyaknya *delay* yang dapat ditugaskan untuk setiap kegiatan tanpa menunda

keseluruhan proyek. *Total float* atau TF_{ij} untuk setiap kegiatan (i,j) dihitung sebagai berikut:

$$TF_{ij} = L_j - E_i - D_{ij} \dots \dots \dots (3.10)$$

Secara grafis, *float time* dan *slack time* diilustrasikan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Ilustrasi Contoh *Float Time* Dan *Slack Time*
[13]

3.2.8 Penentuan sumber daya

Setelah menentukan lintasan kritis, mengalokasikan sumber daya yang ada dengan mengatur jadwal kerja. Pada jadwal kerja ini terdapat waktu normal (8 jam) atau waktu lembur (12 jam). Serta menentukan ada tidaknya tambahan pekerja dari luar. Sehingga diperlukan pemerataan bagian dan jadwal pekerjaan.

3.2.9 Perhitungan biaya proyek

Biaya proyek dihitung dari total pengeluaran proyek yang baru. Didapatkan otomatis dari Microsoft project setelah menambahkan harga peralatan dan upah pekerja. Kemudian dibandingkan biaya sebelumnya dan biaya baru apakah masih masuk dalam *range* biaya yang akan dikeluarkan oleh PT. Petrokimia Gresik untuk perbaikan turbin 103-JT.

3.2.10 Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap akhir penelitian Tugas Akhir ini. Setelah menganalisa dan merancang kegiatan perbaikan turbin, maka akan ditemukan alternatif yang paling baik dan bisa dijadikan sebagai kesimpulan.

BAB IV PENGUMPULAN DAN ANALISA DATA

4.1 Data Analisa Perbaikan Turbin

Petrokimia Gresik menjadwalkan dua tahun sekali untuk perbaikan turbin 103 JT. Data perbaikan yang didapatkan yaitu pada tahun 2003, 2005, 2007 dan 2009. Dari data yang telah diperoleh didapatkan urutan pengerjaan dan durasi pengerjaan yang berbeda-beda. Pada tahun 2003 didapatkan data seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tabel Durasi Perbaikan Turbin Tahun 2003

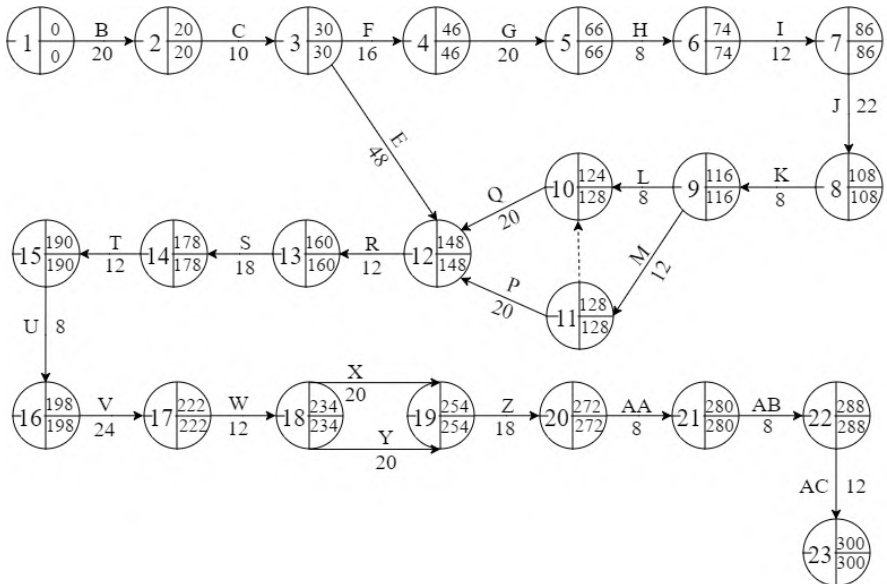
Kode keg.	Kegiatan	2003		Slack*	Predec essors
		Renca na*	Realis asi*		
	Start				
B	Lepas langging dan isolasi	20	27	-7	
C	Disconnect instrumentasi	10	4	6	B
E	Lepas E/H acuator, kalibrasi	48	24	24	C
F	Uncouple (LP/HP)	16	23	-7	C
G	Buka baut casing	20	20	0	F
H	Angkat dan balik upper casing	8	18	-10	G
I	Angkat rotor dan internal	12	12	0	H
J	Bersihkan casing	22	44.95	-22.95	I
K	Lepas dan assembly house bearing	8	50.92	-42.92	I
L	Inspection finding	8	32	-24	K
M	Bersihkan internal part	12	33	-21	K
O	Pasang internal part	0	24	-24	

P	Pasang rotor dan bearing	20	54	-34	M
Q	Pengukuran	20	44	-24	L,M
R	Sambung instrumentasi	12	12	0	E,P,Q
S	Pasang upper casing	18	18	0	R
T	Pengerasan baut-baut	12	12	0	S
U	Pasang exhaust duck	8	5	3	T
V	Pasang bearing dan kabel instrumen	24	24	0	U
W	Pasang coupling hub	12	12	0	V
X	Alignment	20	20	0	W
Y	Pasang lagging dan isolasi	20	26	-6	W
Z	Sirkulasi oli dan screening	18	28	-10	X,Y
AA	Over speed trip test	8	4	4	Z
AB	Cooling down	8	14	-6	AA
AC	Couple up (HP & LP)	12	8	4	AB
	Finish	300	540.82	-240.82	AC

= Kegiatan dengan slack lebih dari 5 jam
 *durasi dalam satuan jam

Terdapat 26 kegiatan yang dilakukan saat perbaikan turbin. Pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa kegiatan yang berwarna kuning memiliki slack atau perbedaan waktu lebih dari 5 jam. *Slack* negatif menandakan kegiatan tersebut melebihi waktu rencana sedangkan *slack* positif memiliki waktu lebih cepat dari waktu rencana. Karena banyaknya kegiatan yang mengalami kemuluran dari waktu yang telah direncanakan maka waktu selesainya pun mundur 240,82 jam. Kegiatan yang tidak sesuai dengan waktu rencana ada 15 kegiatan. Lepas dan *assembly house bearing* dan pasang rotor dan bearing terlambat lebih dari satu hari. Sedangkan *disconnect* instrumentasi dan lepas E/H actuator diselesaikan lebih cepat dari waktu rencana. Terdapat pula tambahan kegiatan pasang internal part yang awalnya tidak direncanakan tetapi saat perbaikan

dilakukan sehingga menambah waktu penyelesaian 24 jam. *Predecessor* adalah pendahulu yang harus dilakukan sebelum melakukan kegiatan selanjutnya. Gambar 4.1 merupakan *network diagram* yang dapat dibuat setelah kita mengetahui *predecessor* dari kegiatan perbaikan turbin tahun 2003.



Gambar 4.1 Network Diagram Perbaikan Turbin Tahun 2003

Setelah didapatkan network diagram dengan 23 peristiwa beserta nilai EET dan LET, lintasan kritis dapat ditentukan. Pada perbaikan turbin tahun 2003 lintasan kritis terdapat di kegiatan B – C – F – G – H – I – J – K – M – P – R – S – T – U – V – W – Y/X – Z – AA – AB – AC. Pada peristiwa ke-10 terdapat *float time* sehingga kegiatan L inspection finding mendapat kelonggaran waktu mulai sebanyak 4 jam. Kelonggaran waktu ini tidak mempengaruhi kegiatan selanjutnya.

Perbaikan turbin juga dilaksanakan pada tahun 2005 ditunjukkan pada tabel 4.2. Dari 23 kegiatan perbaikan terdapat 5 kegiatan yang terlambat lebih dari 5 jam dari waktu rencananya. Kegiatan yang telambat lebih sedikit dari tahun 2003. Selisih waktu penyelesaian rencana perbaikan dengan realisasi sebanyak 41,73 jam. Sirkulasi oli dan *screening* pada tahun 2003 mengalami keterlambatan hal ini terjadi kembali saat perbaikan tahun 2005 yang sebelumnya terlambat 10 jam menjadi 44 jam. Keterlambatan ini juga dapat dikarenakan system sirkulasi oli yang menjadi satu siklus dengan turbin yang lain. Sirkulasi oli 103 JT melewati turbin 105, 102, 101 dan 102 J. Apabila salah satu turbin mengalami trouble saat sirkulasi oli maka 103 JT juga terkena dampaknya. Kegiatan yang ditambahkan dari tahun 2005 yaitu lepas exhaust duct (D) yang sebelumnya tidak ada pada tahun 2003. Kemudian pemasangan internal part (O), pasang lagging dan isolasi (Y), over speed trip test (AA) dan cooling down (AB) tidak ada pada tahun 2005.

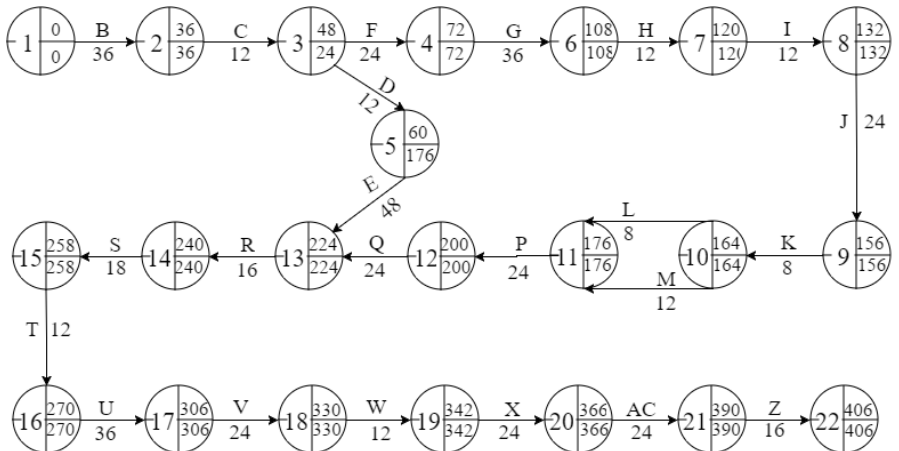
Tabel 4.2 Tabel Durasi Perbaikan Turbin Tahun 2005

Kode keg.	Kegiatan	2005		Slack*	Predecessor
		Renca na*	Realisa si*		
	Start				
B	Lepas langging dan isolasi	36	36	0	
C	Disconnect instrumentasi	12	12	0	B
D	Lepas exhaust duck	12	17	-5	C
E	Lepas E/H acuator, kalibrasi	48	48	0	D
F	Uncouple (LP/HP)	24	24	0	C
G	Buka baut casing	36	50	-14	F
H	Angkat dan balik upper casing	12	12	0	G

I	Angkat rotor dan internal	12	26.98	-14.98	H
J	Bersihkan casing	24	24	0	I
K	Lepas dan assembly house bearing	8	8	0	J
L	Inspection finding	8	8	0	K
M	Bersihkan internal part	12	12	0	K
P	Pasang rotor dan bearing	24	24	0	L,M
Q	Pengukuran	24	24	0	P
R	Sambung instrumentasi	16	16	0	Q,E
S	Pasang upper casing	18	12	6	R
T	Pengerasan baut-baut	12	12	0	S
U	Pasang exhaust duck	36	60	-24	T
V	Pasang bearing dan kabel instrumen	24	24	0	U
W	Pasang coupling hub	12	12	0	V
X	Alignment	24	24	0	W
AC	couple up (HP & LP)	24	24	0	X
Z	Sirkulasi oli dan screening	16	60	-44	AC
	Finish	406	447.73	-41.73	Z

 = Kegiatan dengan slack lebih dari 5 jam

*durasi dalam satuan jam



Gambar 4.2 Network Diagram Perbaikan Turbin Tahun 2005

Network diagram tahun 2005 berbeda dengan tahun sebelumnya dengan 22 peristiwa didalamnya. Lintasan kritis pada gambar 4.2 terdapat pada kegiatan B – C – F – G – H – I – J – K – M – P – Q – R – S – T – U – V – W – X – AC – Z. Peristiwa 5 memiliki delay waktu pengerjaan sebanyak 116 jam. Sehingga pengerjaan E, lepas E/H actuator dapat dimulai paling lambat pada 176 jam dari waktu *start*. Apabila dibandingkan dengan tahun 2003 kegiatan P (pasang rotor dan bearing) dan kegiatan Q (pengukuran) dimulai bersamaan (*start to start*) namun tahun 2005 dilakukan berurutan (*finish to start*). Urutan pengerjaan sirkulasi oli dan *screening* (Z) dengan *couple up* (AC) juga berubah dari tahun 2003 ke 2005.

Pada tahun 2007 dilakukan perbaikan dengan waktu rencana 312 jam namun terlambat 11,98 jam. Keterlambatan ini menurun dari tahun 2005. Terdapat 11 kegiatan yang menghambat penyelesaian perbaikan. Diantaranya membersihkan casing yang lebih 71,95 jam dari waktu rencana dan memasang upper casing lebih dari 16,48 jam dari waktu rencana. Banyak juga kegiatan yang ternyata lebih cepat dari rencana misalnya melepas lagging dan isolasi lebih cepat 6,75 jam, melepas exhaust duct yang lebih

cepat 8 jam, membuka baut casing lebih cepat 8,33 jam, mengangkat rotor dan bearing lebih cepat 6,18 jam, melepas dan mengganti nozzle 8,83 jam lebih cepat serta menyambung instrumentasi lebih cepat 6 jam. Kegiatan tersebut sedikit menutupi kegiatan yang mengalami keterlambatan. Kegiatan yang ditambahkan dari tahun 2005 yaitu *cooling down* awal (A) dan melepas mengganti nozzle (N). Saat kegiatan lepas E/H actuator tahun 2005 memakan waktu 48 jam namun saat 2007 hanya 8 jam ini dikarenakan penambahan personil pekerja sehingga memangkas waktu menjadi lebih cepat. Memasang exhaust duct saat 2005 diasumsikan 36 jam namun terlambat 24 jam dari waktu rencana dan 2007 diasumsikan 12 jam dan terealisasi. Hal itu juga karena penambahan personil pada tahun itu.

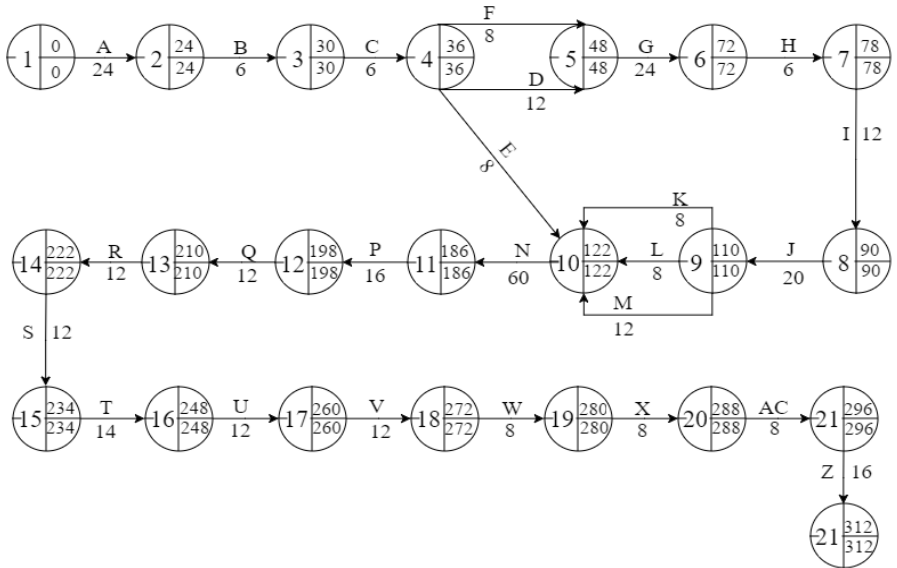
Tabel 4.3 Tabel Durasi Perbaikan Turbin Tahun 2007

Kode keg.	Kegiatan	2007		Slack *	Predecessor
		Renca na*	Realisasi*		
	Start				
A	Cooling down	24	24	0	
B	Lepas langging dan isolasi	8	1.25	6.75	A
C	Disconnect instrumentasi	8	8	0	B
D	Lepas exhaust duct	14	6	8	C
E	Lepas E/H acuator, kalibrasi	8	3.25	4.75	C
F	Uncouple (LP/HP)	8	20	-12	C
G	Buka baut casing	24	15.67	8.33	D,F
H	Angkat dan balik upper casing	8	8	0	G
I	Angkat rotor dan internal	12	5.82	6.18	H
J	Bersihkan casing	20	91.95	-71.95	I

K	Lepas dan assembly house bearing	8	4	4	J
L	Inspection finding	8	8	0	J
M	Bersihkan internal part	12	12	0	J
N	Lepas dan ganti nozzle tk 1 dan 2	60	51.17	8.83	K,L, M,E
P	Pasang rotor dan bearing	14	34	-20	N
Q	Pengukuran	8	8	0	P
R	Sambung instrumentasi	8	2	6	Q
S	Pasang upper casing	12	28.48	-16.48	R
T	Pengerasan baut-baut	16	16	0	S
U	Pasang exhaust duck	12	12	0	T
V	Pasang bearing dan kabel instrumen	12	20	-8	U
W	Pasang coupling hub	8	8	0	V
X	Alignment	8	8	0	W
AC	Couple LP dan HP	8	8	0	X
Z	Sirkulasi oli dan screening	16	16	0	AC
	Finish	312	323.98	-11.98	Z

= Kegiatan dengan slack lebih dari 5 jam

* durasi dalam satuan jam



Gambar 4.3 Network Diagram Perbaikan Turbin Tahun 2007

Terdapat perbedaan pengerjaan dari tahun 2005 ke 2007 diantaranya melepas exhaust duct dan melepas actuator sebelumnya dilakukan berurutan (*finish to start*) kemudian 2007 dapat dikerjakan bersama (*start to start*). Hal ini berpengaruh pada kegiatan selanjutnya yaitu membuka baut casing yang pendahulu sebelumnya hanya *uncouple* bertambah dengan lepas exhaust duct. Kemudian kegiatan lepas dan assembly house bearing yang setelahnya menginspeksi dan membersihkan internal part, pada tahun 2007 kegiatan ini dilakukan bersamaan (*start to start*). Pada tahun 2007 selesai melepas actuator dapat dilakukan pengukuran dan pemasangan rotor sebelumnya kegiatan ini berada setelahnya..

Tahun 2009 tidak jauh berbeda dengan tahun 2007 kegiatan yang dikerjakan sama seperti tahun sebelumnya hanya durasinya saja yang berbeda. Perbaikan turbin direncanakan selesai 160 jam. Terdapat 3 kegiatan yang melebihi waktu rencana yaitu mengangkat rotor, melepas nozzle dan sirkulasi oli. pada tahun

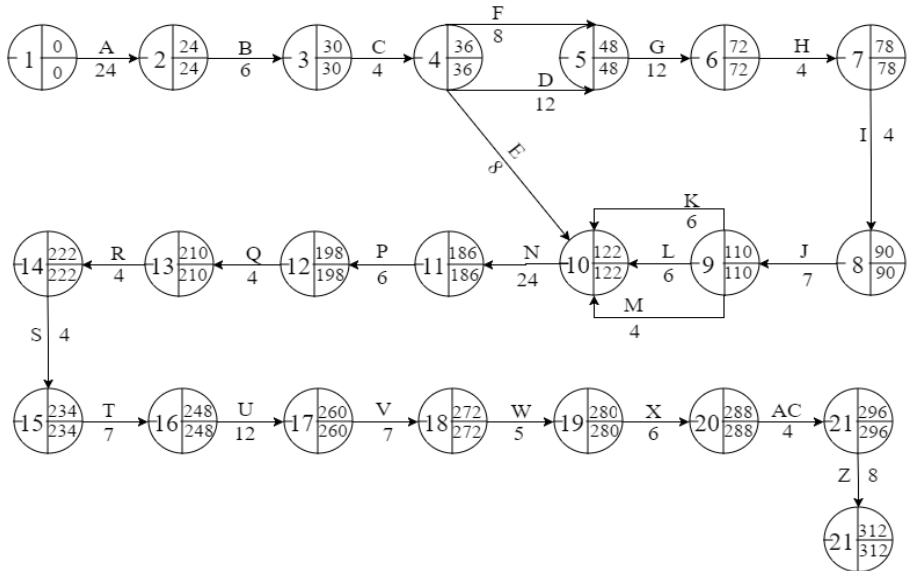
2009 ini perbaikan tidak mengalami keterlambatan. Melepas lagging dan isolasi dilakukan bersamaan (*start to start*) dengan *cooling down* tetapi setelah 16 jam dari waktu *start*. Kemudian disconnect instrumentasi dilakukan setelah lepas lagging dan isolasi tetapi waktu mulainya 2 jam sebelum lepas lagging selesai. Network diagram 2009 yang ditunjukkan pada gambar 4.4 sama dengan tahun 2007.

Tabel 4.4 Tabel Durasi Perbaikan Turbin tahun 2009

Kode keg.	Kegiatan	2009		Slack*	Predecessor
		Renca na*	Realis asi*		
	Start	160	156.97	3.03	
A	Cooling down	24	23.98	0.02	
B	Lepas langging dan isolasi	6	6	0	A (ss) + 16
C	Disconnect instrumentasi	5	4	1	B (fs) - 2
D	Lepas exhaust duct	12	9.05	2.95	C
E	Lepas E/H acuator, kalibrasi	8	8	0	C
F	Uncouple (LP/HP)	8	8	0	C
G	Buka baut casing	12	12	0	D,F
H	Angkat dan balik upper casing	4	4.93	-0.93	G
I	Angkat rotor dan internal	4	10.48	-6.48	H
J	Bersihkan casing	7	4	3	I
K	Lepas dan assembly house bearing	6	6	0	J
L	Inspection finding	6	6	0	J
M	Bersihkan internal part	4	4	0	J
N	Lepas dan ganti nozzle tk 1 dan 2	24	5.02	18.98	E,K,L,M

P	Pasang rotor dan bearing	6	3	3	N
Q	Pengukuran	4	4	0	P
R	Sambung instrumentasi	4	4	0	Q
S	Pasang upper casing	4	4	0	R
T	Pengerasan baut-baut	7	7	0	S
U	Pasang exhaust duck	12	12	0	T
V	Pasang bearing dan kabel instrumen	7	4.02	2.98	U
W	Pasang coupling hub	5	3	2	V
X	Alignment	6	4	2	W
AC	Couple LP dan HP	4	4	0	X
Z	Sirkulasi oli dan screening	8	20.98	-12.98	AC
	Finish			0	Z

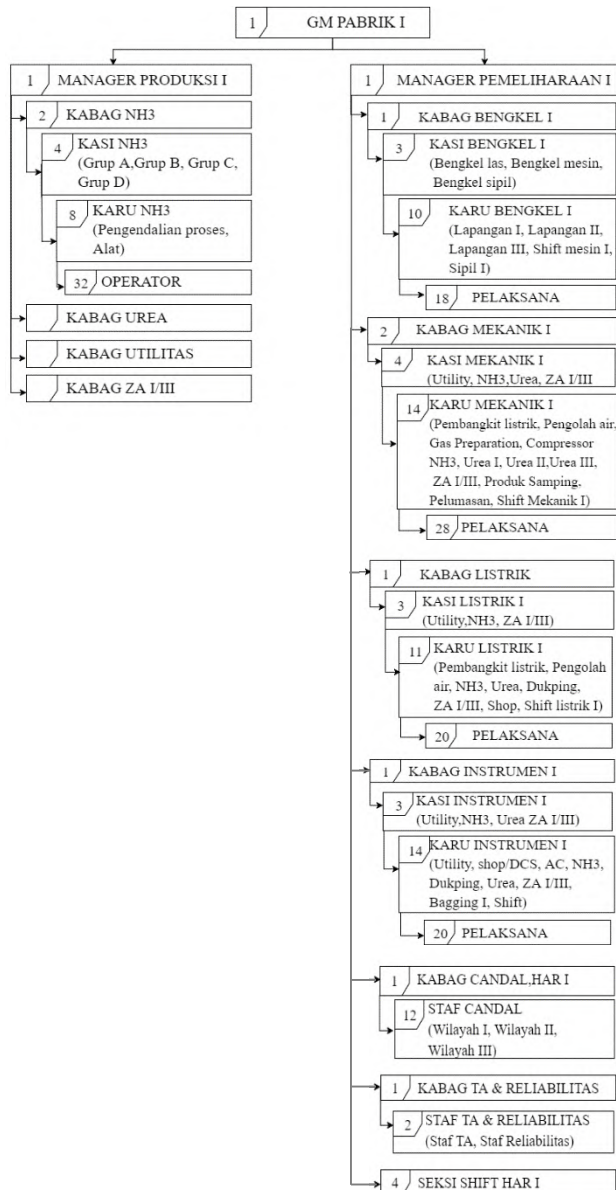
 = Kegiatan dengan slack lebih dari 5 jam
 *durasi dalam satuan jam



Gambar 4.4 Network Diagram Perbaikan Turbin Tahun 2009

4.2 Pembagian Sumber Daya

Suatu perusahaan memiliki struktur organisasi untuk membagi pengerjaan lebih terkoordinir. Seperti pada gambar 4.5 yang merupakan pembagian struktur pabrik I yang berhubungan dengan perbaikan turbin 103 JT.



Gambar 4.5 Struktur Organisasi Pabrik I

Petrokimia Gresik membagi sumber dayanya dalam beberapa bagian. Pada pabrik I struktur organisasi dan jumlah pegawai tiap bagian seperti pada gambar 4.5. Total terdapat 1 Manager, 7 Kepala Bagian, 17 Kepala Seksi, 47 Kepala Regu, 87 Pelaksana dan 17 Staff Muda. Kegiatan merawat dengan cara memperbaiki, mengganti, merubah atau menambah *equipment* dalam upaya menjaga kehandalan dan meningkatkan performa peralatan pabrik dikerjakan pada bagian pemeliharaan. Tujuannya untuk mengembalikan, mempertahankan dan meningkatkan kehandalan peralatan, mengurangi down time, menekan biaya pemeliharaan dan meningkatkan system keamanan opsional dan keselamatan kerja.

Penyusunan program *turn around* (TA) hasil dari koordinasi departemen pemeliharaan dan departemen produksi. Bagian Candal Har mengkompilasi semua usulan program TA dan menyiapkan data – datanya, membuat perencanaan *project* TA dan menyiapkan program TA yang sudah disahkan oleh Manager Pemeliharaan dan General Manager Pabrik. Kemudian bagian Candal Har menerbitkan *work order* (WO) untuk unit pelaksana pekerjaan.

Bagian Candal atau Perancangan dan Pengendalian berperan dalam mewujudkan manajemen pemeliharaan yang tertata dan terstruktur. Tugas dan tanggung jawab Candal adalah:

1. Menyusun, mengendalikan dan mengevaluasi program pemeliharaan
2. Membuat laporan kegiatan pemeliharaan
3. Menyusun, mengendalikan dan mengevaluasi program perbaikan tahunan
4. Menyusun dan mengendalikan anggaran pemeliharaan
5. Menyiapkan gambar-gambar kerja
6. Membantu mengkoordinasi pelaksanaan program improvement

Departemen produksi merencanakan produksi produk, data yang didapat dari bagian produksi tentang kegagalan *equipment*,

kapasitas *equipment* dan kegagalan operasi dan penyebabnya. Berdasarkan data tersebut rencana produksi dan hari operasi tahunan dapat disusun. Tugas dan tanggung jawab bagian produksi meliputi:

1. Menyusun rencana dan jadwal produksi
2. Mengkoordinir dan mengawasi proses produksi agar dicapai hasil produksi yang sesuai jadwal, volum dan mutu yang ditetapkan
3. Menjaga fasilitas produksi berfungsi sebagaimana mestinya
4. Membantu bagian listrik, bengkel dan mekanik dalam memelihara semua instalasi yang ada di pabrik
5. Membuat laporan harian dan berkala mengenai kegiatan sesuai dengan system pelaporan yang berlaku

Pemeliharaan pabrik dilakukan langsung oleh bagian mekanik, bengkel, listrik dan instrument. Bagian mekanik lebih pada perencanaan, pengkoordinasian, pengarahan dan pengawasan pada pelaksanaan kegiatan *maintenance*, repair mesin dan peralatan mekanik produksi. Menyusun pedoman atau petunjuk serta jadwal mengenai pemeliharaan dan perbaikan mesin. Bagian bengkel bertanggung jawab atas penggunaan suku cadang, pengerjaan barang yang dipesan oleh mekanik. Bengkel membantu penekanan *cost maintenance* karena pembuatan *spare part* dapat dikerjakan secara mandiri tidak memesan dari supplier yang terkadang harus impor. Bagian listrik bertanggung jawab atas pemeliharaan dan perencanaan seluruh instalasi listrik perusahaan, mengatur kegiatan kelistrikan sesuai kebutuhan. Kemudian bagian instrument bertanggung jawab pada pengontrol alat-alat monitor pengaturan proses.

Tugas bagian pemeliharaan antara lain:

1. Melaksanakan program *preventive maintenance*
2. Melaksanakan program perbaikan tahunan
3. Melaksanakan program *improvement maintenance*
4. Melaksanakan program *emergency*

5. Mencatat segala aktivitas pada unit masing-masing yang terkait dengan pemeliharaan
6. Melaporkan segala kegiatan/aktivitas

Kedudukan shift pemeliharaan (seksi shift) langsung berada seperti terlihat pada gambar 4.5 di bawah koordinasi Kepala Departemen Pemeliharaan. Shift pemeliharaan ini bertugas membantu Kepala Departemen dalam melaksanakan program pemeliharaan khususnya diluar jam kerja. Tugas shift pemeliharaan secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Melaksanakan pekerjaan pemeliharaan yang belum selesai pelaksanaannya pada waktu jam kerja normal
2. Melaksanakan pekerjaan pemeliharaan atas permintaan unit lain diluar jam kerja
3. Melaksanakan pekerjaan yang sifatnya *emergency* di luar jam kerja normal yang harus selesai pada saat itu

Pembagian pengerjaan saat perbaikan turbin 103 JT dapat dilihat pada tabel 4.5. Sehingga saat TA masing - masing bagian sudah memiliki job desk yang akan dilakukan. Namun di Petrokimia Gresik jumlah pekerja yang bekerja tidak diperhitungkan. Sehingga dibutuhkan adanya pemerataan sumber daya supaya pengerjaan perbaikan lebih efektif.

Tabel 4.5 Scope Pengerjaan Perbaikan Turbin 103 JT

Kode Keg.	Kegiatan	Scope
0	Start	P
A	Cooling down	P
B	Lepas langging dan isolasi	M
C	Disconnect instrumentasi	I
D	Lepas exhaust duct	M
E	Lepas E/H acuator, kalibrasi	M

F	Uncouple (LP/HP)	M
G	Buka baut casing	M
H	Angkat dan balik upper casing	M
I	Angkat rotor dan internal	M
J	Bersihkan casing	M
K	Lepas dan assembly house bearing	M
L	Inspection finding	M
M	Bersihkan internal part	M
N	Lepas dan ganti nozzle tk 1& 2	M
O	Pasang internal part	M
P	Pasang rotor dan bearing	M
Q	Pengukuran	M
R	Sambung instrumentasi	I
S	Pasang upper casing	M
T	Pengerasan baut-baut	M
U	Pasang exhaust duct	M
V	Pasang bearing dan kabel instrumen	M,I
W	Pasang coupling hub	M
X	Alignment	M
Y	Pasang lagging dan isolasi	M
Z	Sirkulasi oli dan screening	M,P
AA	Over speed trip test	P
AB	Cooling down	P
AC	Couple up (HP & LP)	M
	Finish	

*P=Produksi ; M=Mekanik ; I=Instrumen

Perbaikan turbin 103 JT merupakan scope pekerjaan amonia khususnya bagian produksi, mekanik dan instrumen. Pada pabrik 1 memiliki 28 pelaksana mekanik, 20 pelaksana instrumen dan 32

operator produksi. Dari beberapa pelaksana dan operator tersebut dibutuhkan pembagian tugas pekerjaan saat perbaikan sehingga didapatkan penempatan pekerja sesuai dengan kebutuhan.

BAB V







USULAN PERENCANAAN PERBAIKAN TURBIN UAP

5.1 Perencanaan Perbaikan

Setelah melakukan analisa data didapatkan perbaikan baru dengan mengacu pada buku manual perbaikan turbin 103 JT.

5.1.1. Work Breakdown Structure

Petama – tama perbaikan turbin dipecah seperti pada gambar 5.1 menjadi sub pekerjaan dimana didalam sub pekerjaan ada pekerjaan kecil lainnya. Pemecahan pekerjaan ini didasarkan pada data – data sebelumnya, buku manual perbaikan dan gambar teknik turbin pada lampiran 1. Perbaikan turbin dibagi dalam 4 sub pekerjaan yaitu pembongkaran, inspection, pemasangan dan starting up. Total waktu perbaikan turbin 149 jam atau 6 hari lebih 5 jam. Terdapat 27 pekerjaan kecil yang terbagi dalam 4 sub perbaikan. Durasi perbaikan didapatkan dari diskusi dengan bagian mekanik, instrumen dan produksi yang mengerjakan langsung saat perbaikan dengan sumber daya yang nanti dibahas pada bagian analisa sumber daya saat perbaikan.

	 Task Mode ▾	Task Name ▾	Duration ▾	Start ▾	Finish ▾
1		▸ PERBAIKAN TURBIN 103 JT	149 hrs	Tue 8/1/17	Mon 8/7/17
2		▸ PEMBONGKARAN	52 hrs	Tue 8/1/17	Thu 8/3/17
12		▸ INSPECTION	28 hrs	Wed 8/2/17	Thu 8/3/17
18		▸ PEMASANGAN	62 hrs	Thu 8/3/17	Sun 8/6/17
29		▸ STARTING UP	27 hrs	Sun 8/6/17	Mon 8/7/17

Gambar 5.1 Sub Pekerjaan Perbaikan Turbin 103 JT

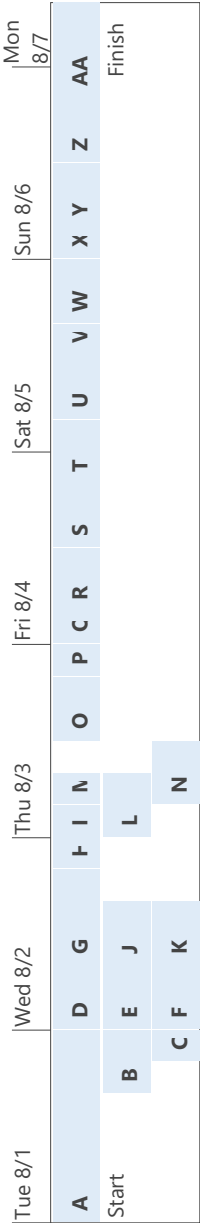
Tue 8/1 Start	Wed 8/2	Thu 8/3	Fri 8/4	Sat 8/5	Sun 8/6	Mon 8/7 Finish
PEMBONGKARAN Tue 8/1/17 - Thu 8/3/17		PEMASANGAN Thu 8/3/17 - Sun 8/6/17				STARTING UP Sun 8/6/17
		INSPECTIO Wed 8/2/17 - Thu				

Gambar 5.2 Timeline Sub Pekerjaan Perbaikan Turbin 103
JT

Pengerjaan perbaikan turbin akan dilaksanakan pada tanggal 1 Agustus 2017 dan selesai pada tanggal 7 Agustus 2017. Timeline sub pekerjaan dapat dilihat pada gambar 5.2. Terdapat dua pekerjaan yang saling bertumpukan yaitu saat pembongkaran dan inspeksi. Ini terjadi karena setelah pembongkaran suatu *equipment* dapat langsung dilakukan inspeksi pada *equipment* tersebut tanpa harus menunggu pembongkaran selesai untuk mengefisiensikan waktu. Pada perbaikan sebelumnya inspeksi dilakukan setelah semua *equipment* turbin dilepas. Kemudian saat pemasangan dilakukan setelah inspeksi telah selesai dilakukan. Kegiatan dalam sub pekerjaan dapat dilihat pada gambar 5.3 sebagai work breakdown structure perbaikan turbin dimana terdapat 27 pekerjaan kecil. Timeline dari pekerjaan ini dapat dilihat pada gambar 5.3 dan kode kegiatan dapat dilihat pada tabel 5.1. Sehingga dari timeline dapat dilihat mana saja pekerjaan yang dapat dilakukan bersamaan dan mana pekerjaan yang harus menunggu pekerjaan sebelumnya selesai. Dapat dilihat pula dapat melakukan pekerjaan berapa kali dalam satu hari. Dari timeline ini saat pengerjaannya dapat digunakan acuan supaya pekerjaan tidak mengalami kemoloran.

		Task Mode ▾	Task Name ▾	Duration ▾	Start ▾	Finish ▾	Predecessor
1			▸ PERBAIKAN TURBIN 103 JT	149 hrs	Tue 8/1/17	Mon 8/7/17	
2			▸ PEMBONGKARAN	52 hrs	Tue 8/1/17	Thu 8/3/17 ▾	
3			Cooling down	24 hrs	Tue 8/1/17	Wed 8/2/17	
4			Lepas lagging dan isolasi	6 hrs	Tue 8/1/17	Tue 8/1/17	3SS+16 hrs
5			Disconnect instrumentasi	4 hrs	Tue 8/1/17	Wed 8/2/17	4FS-2 hrs
6			Lepas exhaust duct	8 hrs	Wed 8/2/17	Wed 8/2/17	5
7			Lepas governor dan bearing	8 hrs	Wed 8/2/17	Wed 8/2/17	5
8			Uncouple (LP & HP)	8 hrs	Wed 8/2/17	Wed 8/2/17	5
9			Buka baut casing	12 hrs	Wed 8/2/17	Wed 8/2/17	8,6
10			Angkat upper casing dan balikan	4 hrs	Wed 8/2/17	Thu 8/3/17	9
11			Angkat rotor dan internal	4 hrs	Thu 8/3/17	Thu 8/3/17	10
12			▸ INSPECTION	28 hrs	Wed 8/2/17	Thu 8/3/17	
13			Inspeksi dan bersihkan bearing	6 hrs	Wed 8/2/17	Wed 8/2/17	7
14			Inspeksi dan bersihkan governor	8 hrs	Wed 8/2/17	Wed 8/2/17	7
15			Inspeksi dan bersihkan casing	6 hrs	Thu 8/3/17	Thu 8/3/17	10
16			Inspeksi dan bersihkan internal part	4 hrs	Thu 8/3/17	Thu 8/3/17	11
17			Inspeksi dan bersihkan rotor	8 hrs	Thu 8/3/17	Thu 8/3/17	11
18			▸ PEMASANGAN	62 hrs	Thu 8/3/17	Sun 8/6/17	
19			Pasang rotor dan internal part	6 hrs	Thu 8/3/17	Thu 8/3/17	17,16
20			Pengukuran	4 hrs	Thu 8/3/17	Thu 8/3/17	19
21			Pasang upper casing	4 hrs	Thu 8/3/17	Fri 8/4/17	20,15
22			Pengerasan baut baut	7 hrs	Fri 8/4/17	Fri 8/4/17	21
23			Pasang exhaust duct	10 hrs	Fri 8/4/17	Fri 8/4/17	22
24			Pasang bearing dan instrumentasi	6 hrs	Fri 8/4/17	Sat 8/5/17	13,23
25			Pasang governor	8 hrs	Sat 8/5/17	Sat 8/5/17	24,14
26			Couple (HP&LP)	4 hrs	Sat 8/5/17	Sat 8/5/17	25
27			Pasang lagging dan isolasi	8 hrs	Sat 8/5/17	Sat 8/5/17	26
28			Alignment	5 hrs	Sat 8/5/17	Sun 8/6/17	27
29			▸ STARTING UP	27 hrs	Sun 8/6/17	Mon 8/7/17	
30			Sirkulasi oli dan screening	10 hrs	Sun 8/6/17	Sun 8/6/17	28
31			Over speed trip test	7 hrs	Sun 8/6/17	Sun 8/6/17	30
32			Warming up	10 hrs	Sun 8/6/17	Mon 8/7/17	31

Gambar 5. 3 WBS Perbaikan Turbin 103 JT Tahun 2017



Gambar 5.4 Timeline Kegiatan Perbaikan Turbin 103 JT Tahun 2017

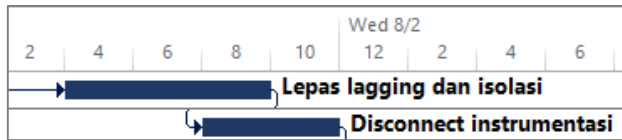
Pada gambar 5.4 dapat dilihat bahwa pada hari Rabu, 2 Agustus memiliki pekerjaan paling padat yaitu 7 pekerjaan. Kemudian hari Kamis terdapat 6 pekerjaan dan 1 pekerjaan yang dimulai pada hari Kamis dan berakhir pada hari Jumat. Sehingga dalam satu hari dapat melakukan beberapa pekerjaan yang bersamaan atau multitasking. Hal ini menyebabkan pengurangan waktu perbaikan dari yang sebelumnya dengan memvariasikan jumlah pekerja juga. Setiap pekerjaan dikerjakan oleh 1 grup yg terdiri dari 3 orang pekerja dimana dalam satu harinya terdapat maksimal 3 grup pekerja.

Lepas lagging dan isolasi memerlukan waktu 6 jam dengan predecessor A SS+16 hrs maksudnya A SS berarti start to start dimana waktu start pengerjaan lepas lagging dan isolasi sama dengan waktu start cooling down. Kemudian 16 jam berarti start lepas lagging dan isolasi 16 jam setelah start cooling down seperti pada gambar 5.5 dimana terlihat panah yang menghubungkan antar start pada dua kegiatan tersebut.



Gambar 5.5 Hubungan Start to Start









Saat disconnect instrumentasi memerlukan waktu 4 jam dan memiliki kegiatan pendahulu yaitu B FS – 2 hrs. FS adalah finish to start dimana setelah pekerjaan pendahulu selesai pekerjaan ini baru dimulai seperti pada gambar 5.6. Minus dua berarti dua jam sebelum pekerjaan itu selesai pekerjaan selanjutnya telah dimulai. Sama seperti pekerjaan selanjutnya yang dilakukan setelah pekerjaan pendahulunya selesai namun bedanya tidak ada slack atau selisih waktu.



Gambar 5.6 Hubungan Finish to Start

Pekerjaan yang lainnya memiliki predecessor yang menunggu pekerjaan sebelumnya selesai setelah itu pekerjaan tersebut dapat dilakukan atau finish to start. Namun karena tidak ada selisih waktu maka tidak dicantumkan pada tabel.

Dalam Microsoft Project setiap kegiatan dijelaskan didalam notes. Seperti pada gambar 5.7 yang menjelaskan salah satu kegiatan melepas governor dan bearing. Didalam notes dijelaskan lebih mendetail tentang prosedur melepas governor dan bearing disertai peralatan yang dibutuhkan. Terdapat gambar – gambar juga yang dapat memperjelas prosedur pembongkaran. Sehingga untuk pekerja dapat lebih mempermudah proses pengerjaan karena notes ini mengacu pada buku manual turbin 103 JT.

		Task Mode	Task Name	Task Information
1			PERBAIKAN TURBIN 103 JT	General Predecessors Resources Advanced Notes Custom Fields
2			PEMBONGKARAN	Name: Lepas governor dan bearing Duration: 8 hrs <input type="checkbox"/> Estima
3			Cooling down	Notes:
4			Lepas lagging dan isolasi	     
5			Disconnect instrumentasi	
6			Lepas exhaust duct	
7			Lepas governor dan bearing	GOVERNOR
8			Uncouple (LP & HP)	<ul style="list-style-type: none"> Setelah melepas tuas penyambung governor valve dan power pistonnya, kemudian melepas bearing penyambung shaft, penyambung shaft dapat diangkat dengan tali kawat pegas dan kotaknya diambil dengan penjepit baut setiap penutup katup diangkat dengan wire rope, kemudian diletakkan pada plat kayu atau block supaya tidak bengkok melepaskan mur dari batang katup pengunci kemudian katup diambil melepas steam pipe dari governing valve melepas extraction governing valve, kemudian letakkan pada meja kayu atau block kotak pegas diangkat dengan pegas penjepit baut, kemudian pegas diambil piston dan penghubung kotak pegas diangkat kemudian katup inner bar dan katup batang diangkat bersamaan. mengecek kontak dari penggerak governor gear dengan dial indicator, mengecek kontak gigi pinion dan gear di turbin shaft kemudian lepas penggerak governor gear.
9			Buka baut casing	
10			Angkat upper casing dan balikan	
11			Angkat rotor dan internal	
12			INSPECTION	BEARING
				<ul style="list-style-type: none"> mengecek clearance dari thrust bearing, exhaust sumping bearing dilepas dan upper bearing diangkat, pengukuran menggunakan dial indicator melepas bearing governor dengan melonggarkan baut horizontal, kemudian bearing housing diangkat perlahan. upper thrust telah dilepas kemudian clearance journal bearing di ukur dengan micrometer.
				Peralatan yang dibutuhkan:
				<ul style="list-style-type: none"> penjepit baut wire rope meja kayu / block kunci mikrometer dial indicator
				melepas governing valve
				
				melepas steam pipe
				

Gambar 5.7 Notes Melepas Governor dan Bearing

5.1.2. Network Diagram

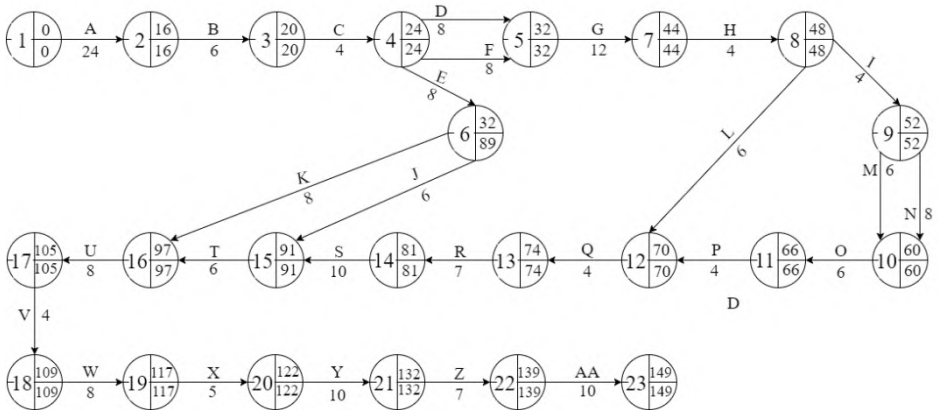
Setelah pembuatan WBS dan penentuan durasi maka network diagram dapat dibuat mengacu pada gambar 5.1 dan dibuat menjadi tabel 5.1 dimana tabel ini memudahkan untuk membuat network diagram. Network diagram perbaikan turbin seperti pada gambar 5.8 dimana terdapat 23 peristiwa. Pada peristiwa 6 terdapat selisih waktu mulai pekerjaan K (Inspeksi dan bersihkan governor) dan J (Inspeksi dan bersihkan bearing) sebesar 57 jam.

Tabel 5.1 Perbaikan Turbin 103 JT dengan Kode Kegiatan

Kode Keg.	Task Name	Duratio n (jam)	Predecess or	Reso urce*
1	PERBAIKAN TURBIN 103 JT	149		
1.1	PEMBONGKARAN	52		
A	Cooling down	24		P
B	Lepas lagging dan isolasi	6	A SS+16 hrs	M
C	Disconnect instrumentasi	4	B FS-2 hrs	I
D	Lepas exhaust duct	8	C	M
E	Lepas governor dan bearing	8	C	M
F	Uncouple (LP & HP)	8	C	M
G	Buka baut casing	12	F,D	M
H	Angkat upper casing dan balikan	4	G	M
I	Angkat rotor dan internal	4	H	M
1.2	INSPECTION	28		
J	Inspeksi dan bersihkan bearing	6	E	M
K	Inspeksi dan bersihkan governor	8	E	M
L	Inspeksi dan bersihkan casing	6	H	M

M	Inspeksi dan bersihkan internal part	4	I	M
N	Inspeksi dan bersihkan rotor	8	I	M
1.3	PEMASANGAN	62		
O	Pasang rotor dan internal part	6	M,N	M
P	Pengukuran	4	O	M
Q	Pasang upper casing	4	P,L	M
R	Pengerasan baut baut	7	Q	M
S	Pasang exhaust duct	10	R	M
T	Pasang bearing dan instrumentasi	6	J,S	M,I
U	Pasang governor	8	K,T	M
V	Couple (HP&LP)	4	U	M
W	Pasang lagging dan isolasi	8	V	M
X	Alignment	5	W	M
1.4	STARTING UP	27		
Y	Sirkulasi oli dan screening	10	X	P
Z	Over speed trip test	7	Y	P
AA	Warming up	10	Z	P

*M = Mekanik, P = Produksi, I = Inspeksi



Gambar 5.8 Network Diagram Perbaikan Turbin Tahun 2017

Dari network diagram dapat ditentukan *critical path* atau lintasan kritis pada proses perbaikan. Dalam proses ini lintasan kritisnya adalah A- B – C – D/F – G – H – I – N – O – P – Q – R – S – T – U – V – W – X – Y – Z – AA. Kemudian kegiatan yang memiliki *floating time* yaitu kegiatan E, K, J, L, dan M.

5.2 Analisa Sumber Daya Perbaikan

Sumber daya disini yang dimaksud adalah pekerja yang langsung ke lapangan memperbaiki turbin. Pada pengerjaan perbaikan turbin 103 JT ini pekerja dibagi menurut jam kerjanya menjadi 2 kelompok yaitu pekerja pagi dan malam. Pekerja pagi memulai kerja pukul 7 pagi sampai 3 sore dan pekerja malam dari jam 7 malam sampai 3 pagi. Apabila pekerjaan yang dilakukan belum selesai maka pekerja tersebut mendapat jam lembur 4 jam sehingga jam kerjanya menjadi 12 jam. Saat perbaikan turbin semua pekerja disarankan untuk lembur karena dapat mempersingkat waktu pengerjaan sehingga pekerjaan dilakukan continue. Pekerja pagi mulai bekerja dari jam 7 pagi sampai jam 7 malam seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.9 sedangkan pekerja

malam dari jam 7 malam sampai jam 7 pagi seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.10.

Change Working Time

For calendar: Mekanik Pagi 1

Base calendar: 24 Hours

Create New Calendar ...

Legend:

- Working
- Nonworking
- 31 Edited working hours
- On this calendar:
- 31 Exception day
- 31 Nondefault work week

Click on a day to see its working times:

August 2017

M	T	W	Th	F	S	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Working times for August 1, 2017:

- 7:00 AM to 7:00 PM

Based on:

Exception 'Pagi' on calendar 'Mekanik Pagi 1'.

Gambar 5.9 Jadwal Kerja Mekanik Pagi

Change Working Time

For calendar: Mekanik Malam 1

Base calendar: 24 Hours

Create New Calendar ...

Legend:

- Working
- Nonworking
- 31 Edited working hours
- On this calendar:
- 31 Exception day
- 31 Nondefault work week

Click on a day to see its working times:

August 2017

M	T	W	Th	F	S	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Working times for August 1, 2017:

- 12:00 AM to 7:00 AM
- 7:00 PM to 12:00 AM

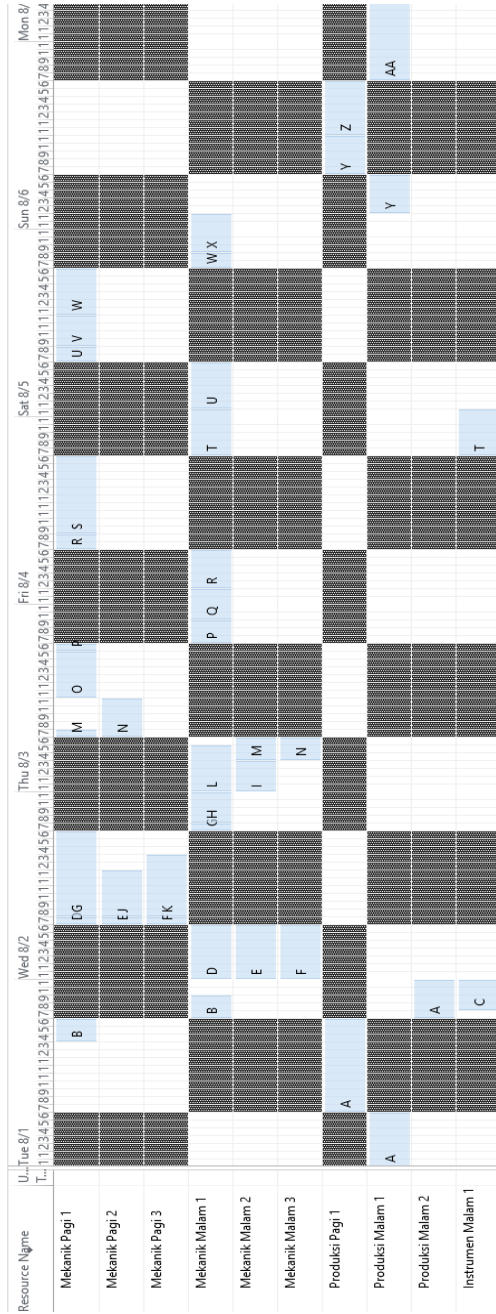
Based on:

Exception 'malam' on calendar 'Mekanik Malam 1'.

Gambar 5.10 Jadwal Kerja Mekanik Malam



Gambar 5.11 Struktur Pembagian Kerja



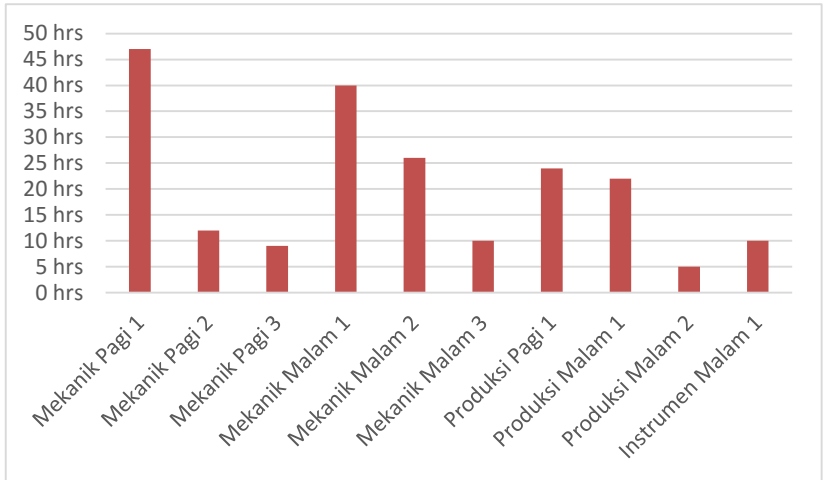
Gambar 5.12 Timeline Pekerja dengan Meminimalkan Jumlah Pekerja

Terdapat 3 grup pekerja tiap jam kerjanya seperti pada gambar 5.11 dimana dalam satu hari minimal 1 grup yang masuk dan maksimal 3 grup. Dalam 1 grup terdapat 3 orang pekerja. Gaji pekerja perjamnya yaitu sebesar Rp 40.000,00 sedangkan gaji lembur perjamnya sebesar Rp 30.000,00. Sehingga dalam sehari apabila pekerja dihitung lembur sebagai berikut:

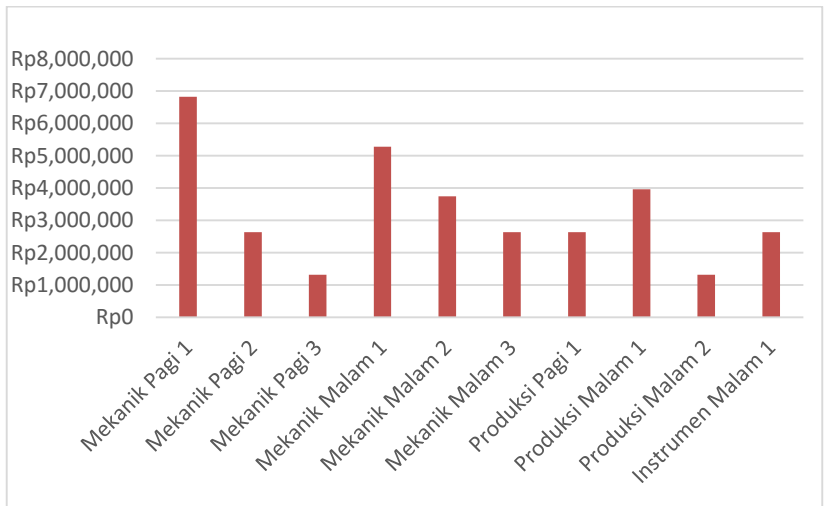
$$\begin{aligned}
 \text{Gaji per hari} &= \text{Gaji normal} + \text{Gaji Lembur} \\
 &= (8 \text{ jam} \times \text{Rp } 40.000) + (4 \text{ jam} \times \text{Rp } 30.000) \\
 &= \text{Rp } 320.000 + \text{Rp } 120.000 \\
 &= \text{Rp } 440.000
 \end{aligned}$$

5.2.1 Pengaturan Sumber Daya dengan Biaya Minimum

Sesuai dengan tabel 5.1 dimana terdapat bagian pekerjaan untuk tiap – tiap bagian mekanik, produksi dan inspeksi maka dapat ditentukan jobdesk seperti terlihat pada gambar 5.12. Pada perbaikan kali ini tidak memperhatikan pembagian yang merata namun lebih pada pekerja yang bekerja diawal jam kerjanya dan memanfaatkan waktu pekerja tersebut sampai jam kerjanya selesai. Terlihat pada gambar 5.1 dimana setiap grup pekerja memiliki jumlah jam kerja yang tidak seimbang. Jumlah jam kerja disini adalah total jam kerja actual 1 grup. Kemudian didapatkan perhitungan biaya Rp 33.000.000 dengan rincian pada gambar 5.13.




































Gambar 5.13 Jumlah Jam Kerja Tiap Grup dengan Meminimalkan Jumlah Pekerja



Gambar 5.14 Jumlah Gaji Tiap Grup dengan Meminimalkan Jumlah Pekerja

Dari grafik dapat dilihat bahwa mekanik pagi 1 memiliki jam kerja lebih banyak karena untuk meminimalkan jumlah pekerja disini memanfaatkan pekerja yang masuk dengan memberikan pekerjaan selanjutnya sampai jam kerjanya habis seperti pada gambar 5.12. Hal ini juga dapat meminimalkan biaya karena pekerja sekali masuk dan melakukan pekerjaan perbaikan turbin dihitung lembur sampai jam kerjanya selesai. Meskipun pekerja itu melakukan satu pekerjaan perbaikan saja maka itu dihitung lembur. Sehingga lebih efektif apabila pekerja yang masuk melakukan beberapa pekerjaan dalam jam kerjanya untuk meminimalkan adanya kekosongan jam kerja.

		Task Mode ▾	Task Name ▾	Cost ▾	Resource Names ▾
1			PERBAIKAN TURBIN 103 JT	Rp33,000,000	
2			PEMBONGKARAN	Rp14,740,000	
3			Cooling down	Rp3,960,000	Produksi Malam 1[300%],Produksi Pagi 1[300%], Produksi Malam 2[300%]
4			Lepas lagging dan isolasi	Rp1,980,000	Mekanik Malam 1[150%],Mekanik Pagi 1[300%]
5			Disconnect instrumentasi	Rp1,320,000	Instrumen Malam 1[300%]
6			Lepas exhaust duct	Rp1,320,000	Mekanik Pagi 1[150%],Mekanik Malam 1[150%]
7			Lepas governor dan bearing	Rp1,980,000	Mekanik Malam 2[300%],Mekanik Pagi 2[150%]
8			Uncouple (LP & HP)	Rp1,980,000	Mekanik Malam 3[300%],Mekanik Pagi 3[150%]
9			Buka baut casing	Rp1,100,000	Mekanik Malam 1,Mekanik Pagi 1[150%]
10			Angkat upper casing dan balikan	Rp440,000	Mekanik Malam 1
11			Angkat rotor dan internal	Rp660,000	Mekanik Malam 2[150%]
12			INSPECTION	Rp5,500,000	
13			Inspeksi dan bersihkan bearing	Rp660,000	Mekanik Pagi 2[150%]
14			Inspeksi dan bersihkan governor	Rp660,000	Mekanik Pagi 3[150%]
15			Inspeksi dan bersihkan casing	Rp440,000	Mekanik Malam 1
16			Inspeksi dan bersihkan internal part	Rp1,100,000	Mekanik Malam 2,Mekanik Pagi 1[150%]
17			Inspeksi dan bersihkan rotor	Rp2,640,000	Mekanik Malam 3[300%],Mekanik Pagi 2[300%]
18			PEMASANGAN	Rp8,800,000	
19			Pasang rotor dan internal part	Rp440,000	Mekanik Pagi 1
20			Pengukuran	Rp880,000	Mekanik Malam 1,Mekanik Pagi 1
21			Pasang upper casing	Rp440,000	Mekanik Malam 1
22			Pengerasan baut baut	Rp1,100,000	Mekanik Pagi 1[150%],Mekanik Malam 1
23			Pasang exhaust duct	Rp660,000	Mekanik Pagi 1[150%]
24			Pasang bearing dan instrumentasi	Rp1,980,000	Instrumen Malam 1[300%], Mekanik Malam 2[150%]
25			Pasang governor	Rp1,100,000	Mekanik Malam 2[150%],Mekanik Pagi 1
26			Couple (HP&LP)	Rp440,000	Mekanik Pagi 1
27			Pasang lagging dan isolasi	Rp1,100,000	Mekanik Malam 1[150%],Mekanik Pagi 1
28			Alignment	Rp660,000	Mekanik Malam 1[150%]
29			STARTING UP	Rp3,960,000	
30			Sirkulasioli dan screening	Rp1,980,000	Produksi Malam 1[300%],Produksi Pagi 1[150%]
31			Over speed trip test	Rp660,000	Produksi Pagi 1[150%]
32			Warming up	Rp1,320,000	Produksi Malam 1[300%]

Gambar 5.15 Rincian Biaya Setiap Pekerjaan dengan Meminimalkan Jumlah Pekerja

Apabila dilihat pada gambar 5.13 pada mekanik pagi 1 memiliki jam kerja tinggi maka gaji pada gambar 5.14 tinggi juga. Pada mekanik malam 3 memiliki jam kerja lebih sedikit daripada produksi pagi 1 namun gaji yang diperoleh sama. Hal ini dikarenakan mekanik malam 3 dan produksi pagi 1 sama – sama masuk 2 kali. Perbedaannya terletak pada durasi pekerjaan yang dikerjakan. Sama halnya seperti produksi pagi 1 dan produksi malam 1 dimana jam kerja lebih banyak produksi pagi 1 namun gaji lebih banyak produksi malam 1. Hal ini karena produksi malam 1 masuk kerja 3 kali namun durasinya pekerjaannya lebih sedikit dari produksi pagi 1.

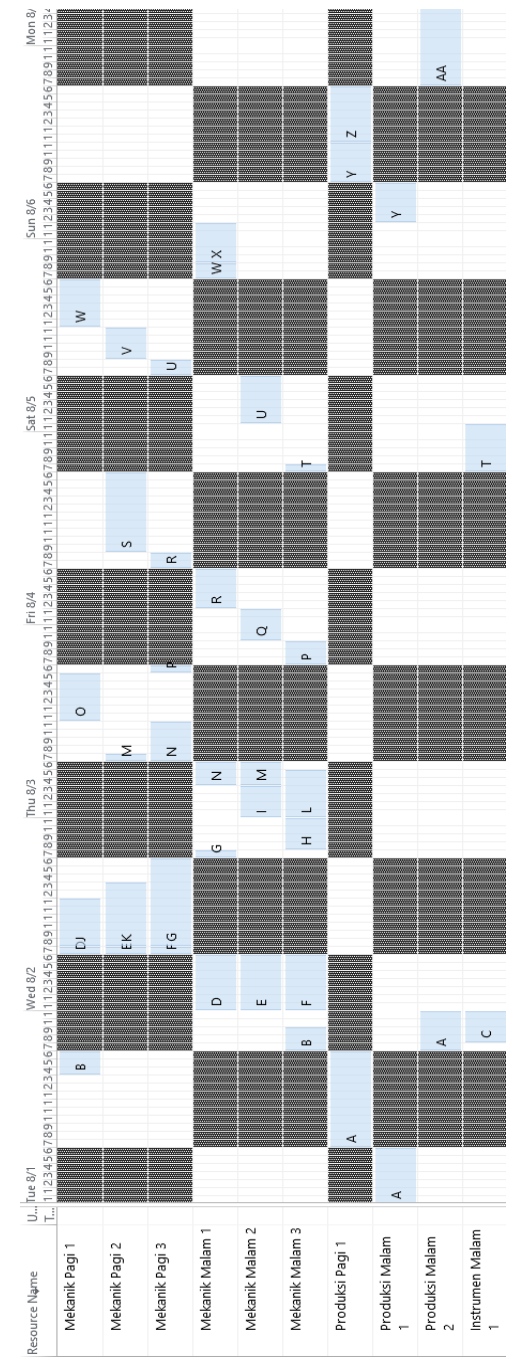
Gambar 5.13 menjelaskan biaya yang dikeluarkan untuk menggaji pekerja setiap kegiatannya. Pada bagian resource terdapat presentase yang menjelaskan pada hari kerja grup tersebut memberikan konsentrasi berapa persen dalam kegiatan itu. Konsentrasi maksimum yaitu 300% karena dalam satu grup terdapat 3 orang pekerja. Contohnya cooling down dengan produksi malam 1 300%, produksi pagi 1 300% dan produksi malam 2 300% berarti pada jam kerjanya tiap bagian tersebut hanya mengerjakan cooling down dan dapat dilihat pada gambar 5.7 bahwa produksi malam 1, produksi malam 2 dan produksi pagi 1 saat jam masuk kerjanya hanya mengerjakan cooling down. Contoh lagi saat lepas lagging resourcenya mekanik malam 1 150% dan mekanik pagi 300% berarti mekanik malam 1 saat jam kerjanya konsentrasi untuk mengerjakan lepas lagging dan isolasi hanya setengahnya dan apabila dilihat pada timeline gambar 5.12 saat itu juga terdapat pekerjaan lain yaitu lepas exhaust duct. Sehingga setengah konsentrasi mekanik malam 1 untuk melepas exhaust duct. Dicocokkan kembali pada gambar 5.13 kegiatan melepas exhaust duct mekanik malam 1 memiliki konsentrasi 150%.

Tabel 5.2 Gaji Setiap Pekerja dengan Meminimalkan Jumlah Pekerja

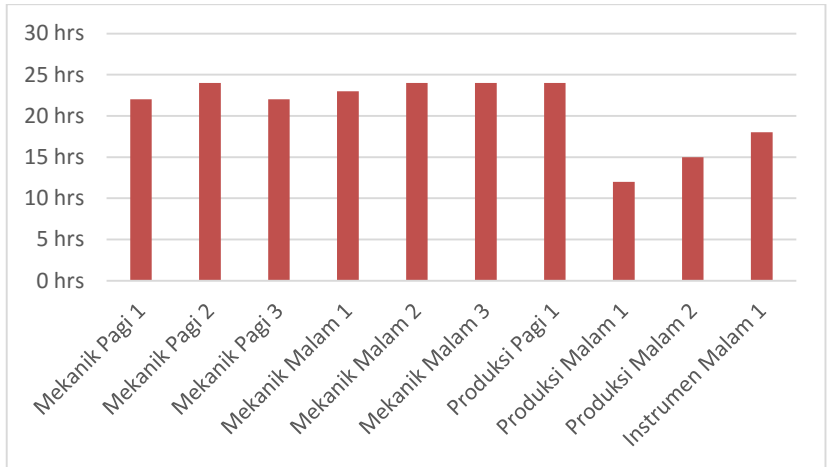
Name	Cost	Work
Mekanik Pagi 1	Rp6,820,000	47 hrs
Mekanik Pagi 2	Rp2,640,000	12 hrs
Mekanik Pagi 3	Rp1,320,000	9 hrs
Mekanik Malam 1	Rp5,280,000	40 hrs
Mekanik Malam 2	Rp3,740,000	26 hrs
Mekanik Malam 3	Rp2,640,000	10 hrs
Produksi Pagi 1	Rp2,640,000	24 hrs
Produksi Malam 1	Rp3,960,000	22 hrs
Produksi Malam 2	Rp1,320,000	5 hrs
Instrumen Malam 1	Rp2,640,000	10 hrs

5.2.2 Pengaturan sumber daya dengan beban pekerja merata

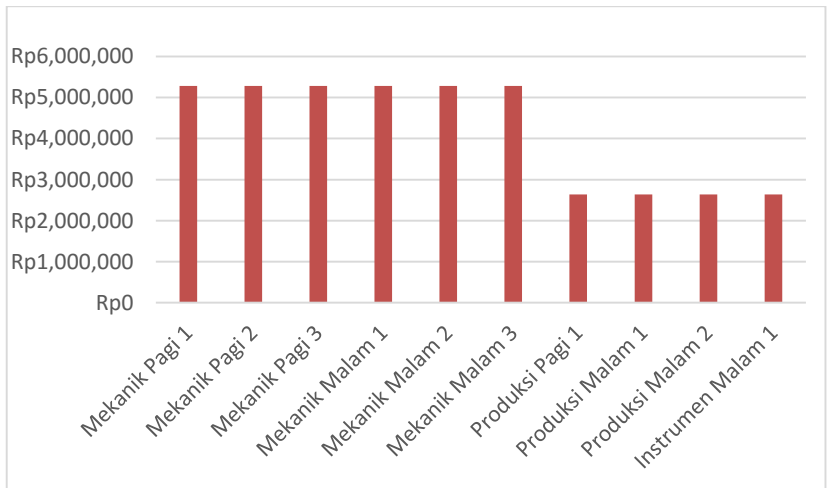
Pada perbaikan ini menggunakan jam kerja dan gaji pekerja yang merata. Dapat dilihat pada gambar 5.17 dan 5.18 dimana tidak ada selisih yang signifikan pada kedua grafik tersebut. Dari timeline juga terlihat penyebaran pekerjaan yang berbeda dengan timeline meminimalkan jumlah pekerja.



Gambar 5.16 Timeline Pekerjaan dengan Beban Pekerja Merata




































Gambar 5.17 Jumlah Jam Kerja Tiap Grup dengan Beban Pekerja Merata



Gambar 5.18 Jumlah Gaji Tiap Grup dengan Beban Pekerja Merata

Rincian biaya tiap pekerjaan terdapat pada gambar 5.15 dimana dapat dilihat bahwa total perbaikan turbin Rp 42.240.000. Biaya yang dikeluarkan lebih mahal Rp 9.240.000 dari alternative sebelumnya. Hal ini dikarenakan pekerja diharuskan memiliki waktu kerja yang sama supaya pembagian pekerjaan tidak berat sebelah pada salah satu grup saja. Meskipun dalam satu hari kerja hanya ada yang bekerja 2 jam seperti pada mekanik malam 3 saat memasang bearing dan instrumentasi (T) pada hari sabtu. Presentase disini juga memperlihatkan konsentrasi pekerja dalam kegiatan tersebut.

	 Task Mode ▾	Task Name ▾	Cost ▾	Resource Names ▾
1		▶ PERBAIKAN TURBIN 103 JT	Rp42,240,000	
2		▶ PEMBONGKARAN	Rp15,180,000	
3		Cooling down	Rp3,960,000	Produksi Malam 1[300%], Produksi Pagi 1[300%],Produksi Malam 2[300%]
4		Lepas lagging dan isolasi	Rp1,980,000	Mekanik Malam 3[150%],Mekanik Pagi 1[300%]
5		Disconnect instrumentasi	Rp1,320,000	Instrumen Malam 1[300%]
6		Lepas exhaust duct	Rp1,980,000	Mekanik Pagi 1[150%],Mekanik Malam 1[300%]
7		Lepas governor dan bearing	Rp1,980,000	Mekanik Malam 2[300%],Mekanik Pagi 2[150%]
8		Uncouple (LP & HP)	Rp1,320,000	Mekanik Malam 3[150%],Mekanik Pagi 3[150%]
9		Buka baut casing	Rp1,320,000	Mekanik Pagi 3[150%],Mekanik Malam 1[150%]
10		Angkat upper casing dan balikkan	Rp660,000	Mekanik Malam 3[150%]
11		Angkat rotor dan internal	Rp660,000	Mekanik Malam 2[150%]
12		▶ INSPECTION	Rp5,280,000	
13		Inspeksi dan bersihkan bearing	Rp660,000	Mekanik Pagi 1[150%]
14		Inspeksi dan bersihkan governor	Rp660,000	Mekanik Pagi 2[150%]
15		Inspeksi dan bersihkan casing	Rp660,000	Mekanik Malam 3[150%]
16		Inspeksi dan bersihkan internal part	Rp1,980,000	Mekanik Malam 2[150%],Mekanik Pagi 2[300%]
17		Inspeksi dan bersihkan rotor	Rp1,320,000	Mekanik Pagi 3[150%],Mekanik Malam 1[150%]
18		▶ PEMASANGAN	Rp17,820,000	
19		Pasang rotor dan internal	Rp1,320,000	Mekanik Pagi 1[300%]
20		Pengukuran	Rp1,980,000	Mekanik Pagi 3[150%],Mekanik Malam 3[300%]
21		Pasang upper casing	Rp1,320,000	Mekanik Malam 2[300%]
22		Pengerasan baut-baut	Rp2,640,000	Mekanik Pagi 3[300%],Mekanik Malam 1[300%]
23		Pasang exhaust duct	Rp1,320,000	Mekanik Pagi 2[300%]
24		Pasang bearing dan instrumentasi	Rp2,640,000	Instrumen Malam 1[300%], Mekanik Malam 3[300%]
25		Pasang governor	Rp2,640,000	Mekanik Malam 2[300%],Mekanik Pagi 3[300%]
26		Couple (HP&LP)	Rp1,320,000	Mekanik Pagi 2[300%]
27		Pasang lagging dan isolasi	Rp1,980,000	Mekanik Pagi 1[300%],Mekanik Malam 1[150%]
28		Alignment	Rp660,000	Mekanik Malam 1[150%]
29		▶ STARTING UP	Rp3,960,000	
30		Sirkulasi oli dan screening	Rp1,980,000	Produksi Malam 1[300%],Produksi Pagi 1[150%]
31		Over speed trip test	Rp660,000	Produksi Pagi 1[150%]
32		Warming up	Rp1,320,000	Produksi Malam 2[300%]

Gambar 5.19 Rincian Biaya Tiap Pekerjaan dengan Beban
Pekerja Merata

Tabel 5.3 Gaji Setiap Pekerja dengan Beban Pekerja Merata

Name	Cost	Work
Mekanik Pagi 1	Rp5,280,000	22 hrs
Mekanik Pagi 2	Rp5,280,000	24 hrs
Mekanik Pagi 3	Rp5,280,000	22 hrs
Mekanik Malam 1	Rp5,280,000	23 hrs
Mekanik Malam 2	Rp5,280,000	24 hrs
Mekanik Malam 3	Rp5,280,000	24 hrs
Produksi Pagi 1	Rp2,640,000	24 hrs
Produksi Malam 1	Rp2,640,000	12 hrs
Produksi Malam 2	Rp2,640,000	15 hrs
Instrumen Malam 1	Rp2,640,000	18 hrs

5.3 Perhitungan Biaya Perbaikan

Pada biaya perbaikan turbin terdapat biaya kerugian karena mesin berhenti dan terdapat juga biaya proyek perbaikan.

5.3.1 Biaya Kerugian Produksi

Biaya ini merupakan kerugian perusahaan saat mengalami shut down karena perbaikan. Amonia diproduksi 1350 ton setiap harinya. Harga amonia pertonnya adalah 225 USD apabila dikonversikan ke rupiah dengan Rp 13.000 per USD menjadi Rp 2.925.000. Sehingga dapat dihitung kerugian per hari dengan mengalikan produksi amonia per harinya dengan harga amonia didapatkan Rp 3.948.750.000. Perbaikan turbin ini menghabiskan 149 hari atau 6,208 hari, apabila dihitung kerugian per proyek perbaikan seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Kerugian per proyek} &= \text{Waktu proyek} \times \text{Kerugian amonia per hari} \\
 \text{perbaikan 2017} &= 6,208 \times \text{Rp } 3.948.750.000 \\
 &= \text{Rp } 24.515.625.000
 \end{aligned}$$

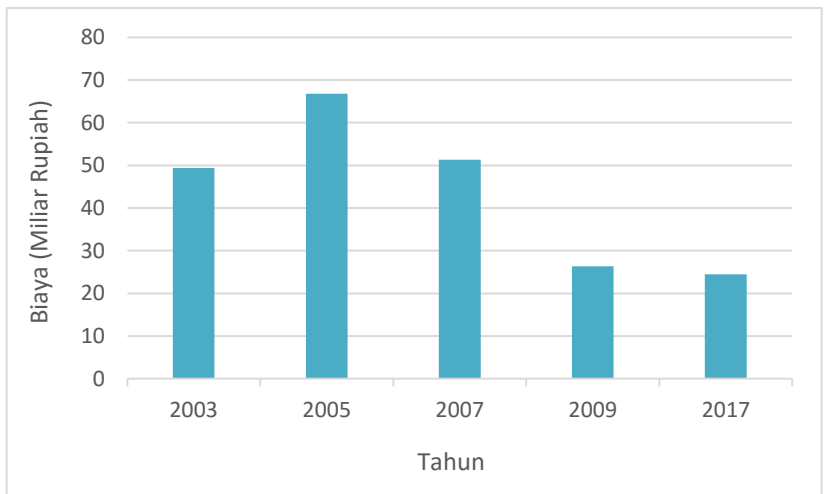
Apabila dibandingkan dengan tahun 2003, 2005, 2007 dan 2009 didapatkan grafik seperti gambar 5.20 dan perhitungan kerugian amonia sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Kerugian per proyek} &= \text{Waktu proyek} \times \text{Kerugian amonia per hari} \\ \text{perbaikan 2003} &= 12,5 \quad \times \text{Rp } 3.948.750.000 \\ &= \text{Rp } 49.359.375.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kerugian per proyek} &= \text{Waktu proyek} \times \text{Kerugian amonia per hari} \\ \text{perbaikan 2005} &= 16,9167 \quad \times \text{Rp } 3.948.750.000 \\ &= \text{Rp } 66.799.687.500\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kerugian per proyek} &= \text{Waktu proyek} \times \text{Kerugian amonia per hari} \\ \text{perbaikan 2007} &= 13 \quad \times \text{Rp } 3.948.750.000 \\ &= \text{Rp } 51.333.750.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kerugian per proyek} &= \text{Waktu proyek} \times \text{Kerugian amonia per hari} \\ \text{perbaikan 2009} &= 6,667 \quad \times \text{Rp } 3.948.750.000 \\ &= \text{Rp } 26.325.000.000\end{aligned}$$



Gambar 5. 20 Grafik Kerugian Biaya Proyek Perbaikan

Selain kerugian karena tidak dapat memproduksi amonia terdapat kerugian biaya start up. Saat mesin mati maka dibutuhkan gas dan steam untuk mengawali proses. Harga gas menurut Kementrian Perindustrian Republik Indonesia sebesar USD 5 sehingga bila dikonversikan pada rupiah menjadi Rp 65.000. Kemudian harga steam Rp 180.000 per ton. Pada tabel 5.4 merupakan kebutuhan gas dan steam saat start up.

Tabel 5.4 Kebutuhan Gas dan Biaya Start Up

Kebutuhan Gas Saat Start Up	Gas		Steam		
	Gas to reformer	Gas to superheater	Gas to Process	Steam WHB	Steam B1102
	MMBTU	MMBTU	MMBTU	Ton	Ton
Persiapan hingga firing	0	0	0	20.02	0
Firing	131.82	0	0	239.98	0
Steam heating s.d 750 degC	922.74	0	0	399.96	0
Feeding gas hingga 55%	1673.1	0	4644.12	200.04	160.03
Udara proses on line hingga LTS online	4633.98	162.24	12745.98	399.96	399.96
Menunggu CO2 removal stabil	6084	273.78	17440.8	0	0
Heating methanator s.d Methanator on line FE 80%	1845.48	81.12	5161.26	120	180
Syn loop start sampai dengan produksi	9257.82	577.98	26718.9	270	630
TOTAL	24548.94	1095.12	66711.06	1649.96	1369.99
Dalam Rupiah	1,595,681,100	71,182,800	4,336,218,900	296,992,800	246,598,200

Jumlah pengeluaran biaya untuk start up adalah Rp 6.546.673.800 untuk setiap kali perbaikan. Sehingga dapat dihitung biaya kerugian produksi turbin 103 JT yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Total kerugian produksi} &= \text{Biaya start up} + \text{Kerugian produksi} \\ &= \text{Rp}6.546.673.800 + \text{Rp} 24.515.625.000 \\ &= \text{Rp} 31.062.298.800\end{aligned}$$

5.3.2 Biaya Proyek Perbaikan Turbin

Biaya ini merupakan biaya pekerja ditambahkan dengan biaya spare part yang dibutuhkan saat perbaikan. Pada tabel 5.5 merupakan rincian kebutuhan part yang biasanya diperlukan dalam perbaikan.

Tabel 5.5 Rincian Spare Part yang Dibutuhkan

Kategori	Description	jml	satuan	Per pieces (juta rupiah)	TOTAL (juta rupiah)
Labyrinth	LABYRINTH PACKING RING FOR FRONT GLAND -- 769-02007- 26-P/N.2911- 12 -- MHI	6	SET	90.2412	541.4472
	LABYRINTH PACKING RING FOR 2ND & 3RD STAGE DIAPHRAM -- 769-02007- 501- P/N.2911-13 - - MHI	2	SET	90.2412	180.4824
	LABYRINTH PACKING	2	SET	90.2412	180.4824

	RING FOR 4TH STAGE DIAPHRAM -- 769-02007- 501- P/N.2911-14 - - MHI				
	LABYRINTH PACKING RING -- 769- 02007-20,61- P/N.2911-11 - - MHI	2	SET	90.2412	180.4824
Bearing	K-9 1313-63 -- MITSUBISHI	1	SET	85.764	85.764
	K-9 KINGSBURY ASSY (ACTIVE) -- 1313-66 -- MITSHUBI	1	SET	85.764	85.764
	TILTING PAD -- 1513- 22 -- MITSUBISHI	1	SET	85.764	85.764
	TILTING PAD -- 1313- 26 -- MHI	1	SET	85.764	85.764
	LINER INACTIVE SIDE THRUST TOP & BOTTOM -- 1313-37+38 -- MITSHUBI	2	BIJI	85.764	171.528
	LINER ACTIVE	2	BIJI	85.764	171.528

	SIDE THRUST TOP & BOTTOM -- 1313-32+33 -- MHI				
O-ring	O RING -- O-RING- 4919-43 -- MHI	1	BIJI	0.650	0.650
	O RING -- O-RING- 4919-39 -- MHI	2	BIJI	0.650	1,300
	O RING -- O-RING- 4919-53 -- MHI	2	BIJI	0.650	1,300
	O RING -- O-RING- 4919-44 -- MHI	1	BIJI	0.650	0.650
	O RING -- O-RING- 4819-23 -- MHI	1	BIJI	0.650	0.650
Instrumentasi	5MM VIBRATION PROBE -- 21508-02-12- 10-02 -- BENTLY	6	BIJI	7.610	45.6624
	5MM PROXIMITY PROBE -- 21502-14 -- BENTLY	4	BIJI	19.308224	77.232896

	PROBE -- 21502-01 -- BENTLY	8	BIJI	15.5	124
	PROBE -- 21502-01 -- BENTLY	8	BIJI	15.500	124
	8MM PROXIMITY PROBE -- 21504-04-16- 10-02 -- BENTLY	4	BIJI	9.236	36.944
Nozzle	JET NOZZLE SUS304 -- 764-21383-3 - - MITSUBI	1	SET	1.208,29125	1.208,29125
Lain-Lain	BUSHING -- BUSHING- 4818-22 -- MHI	1	BIJI	40	40
	FELT RING - - FELT- RING-4822- 35 -- MHI	1	BIJI	0.475	0.475
	TOTAL BIAYA SPARE PART				3.430,161946

Setelah total biaya spare part diketahui dapat dicari total biaya proyek perbaikan turbin. Menggunakan dua alternatif biaya pekerja yang telah dihitung sebelumnya.

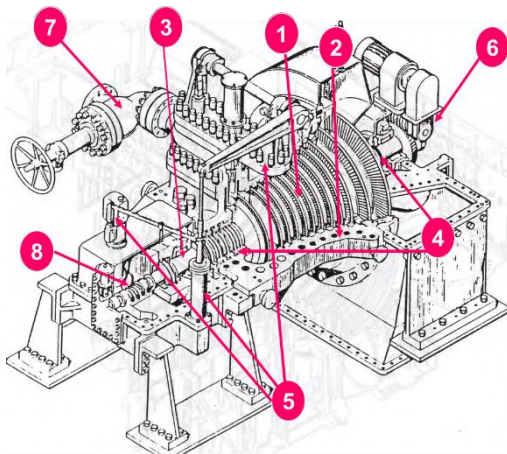
- Meminimalkan Jumlah Pekerja

$$\begin{aligned}\text{Total proyek} &= \text{Biaya pekerja} + \text{Biaya spare part} \\ &= \text{Rp } 33.000.000 + \text{Rp } 3.430.161.946 \\ &= \text{Rp } 3.463.161.946\end{aligned}$$

- **Beban Pekerjaan Merata**
Total Proyek = Biaya pekerja + Biaya spare part
= Rp 42.240.000 + Rp 3.430.262.946
= Rp 3.472.401.946

Lampiran 1

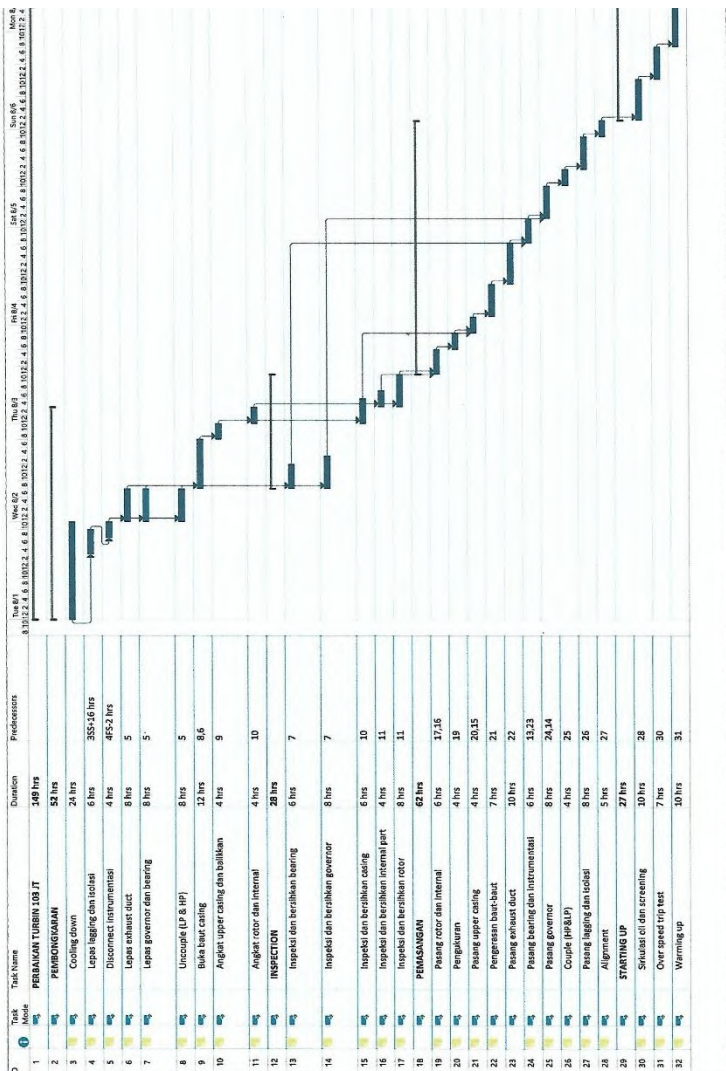
Gambar turbin 103 JT



- 1 ROTOR
- 2 CASING
- 3 BEARING
- 4 SEALING
- 5 GOVERNING
- 6 TURNING DEVICE
- 7 T.T.V
- 8 MEOS

Lampiran 2

Timeline Perbaikan Turbin 103 JT



(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dalam pengerjaan perbaikan turbin 103 JT di tugas akhir ini dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Pengerjaan perbaikan turbin sering mengalami keterlambatan karena tidak adanya sumber daya yang jelas pada setiap perbaikan dan kurangnya koordinasi antar pekerja dan sering ditemukan kegiatan yang tidak terduga saat inspeksi.
2. Pada tahun 2003 waktu perbaikan 300 jam dengan 25 kegiatan, tahun 2005 waktu perbaikan 406 jam dengan 23 kegiatan, tahun 2007 waktu perbaikan 312 dengan 24 kegiatan dan tahun 2009 waktu perbaikan 160 jam dengan 24 kegiatan. Pada perencanaan perbaikan turbin 103 JT diusulkan 149 jam yang terdiri dari 4 pekerjaan utama. Empat pekerjaan utama tersebut terdiri dari pembongkaran dengan 9 sub kegiatan, inspeksi dengan 5 sub kegiatan, pemasangan dengan 10 sub kegiatan dan starting up dengan 3 sub kegiatan.
3. Proses perbaikan turbin dibagi menjadi 2 kategori jam kerja yaitu pagi (07.00 – 19.00) dan malam (19.00 – 07.00). Disetiap jam kerja tersebut (pagi dan malam) terdapat 3 grup yang masing – masing terdiri dari 3 orang. Apabila perbaikan dilakukan berdasarkan pemanfaatan pekerja minimum, biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 33.000.000 dan berdasarkan beban pekerja merata, biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 42.240.000.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Proses perbaikan yang telah dilakukan sering mengalami keterlambatan maka dari itu pekerjaan yang dilakukan harus

lebih terperinci sehingga menghindari pekerjaan diluar dugaan.

2. Menerapkan manajemen proyek dengan menambahkan sumber daya yang sesuai dengan kebutuhan supaya dalam satu pekerjaan terdapat pekerja yang bertanggung jawab menyelesaikan pekerjaan sesuai scopenya.
3. Koordinasi antar pelaksanaan dan operator lebih baik supaya tidak terjadi salah paham dan perbaikan turbin menjadi semakin lancar.
4. Penyusunan laporan pemeliharaan yang teratur supaya mempermudah pencarian data – data sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Tryanie, Usulan Penjadwalan Proyek Pemeliharaan Turbin Menggunakan Precedence Diagram Method (PDM), Bandung: Universitas Widyatama, 2015.
- [2] A. B. W. Saputro, Evaluasi Ketidaksesuaian Antara Waktu Aktual Dan Waktu Rencana Perawatan Turbin Gas Tipe CFM Untuk Pesawat Boing 737-300 Dengan Menggunakan Metode Network Planning, Yogyakarta: Universitas Gajah Mada, 2015.
- [3] D. Setiawan, “Analisis Percepatan Waktu Proyek Dengan Tambahan Biaya yang Optimum,” *Jurnal Tugas Akhir*, pp. 1-11, 2014.
- [4] T. T. Wartinah dan R. M. Yunus, “Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung Research Centre Universitas Tadulako Dengan Menggunakan Microsoft Project,” *Infrastruktur*, vol. 3, pp. 23-30, 2013.
- [5] Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Project Management Institute, 2008.
- [6] Subagyo, Pangestu, M. Asri dan H. H. T., Dasar-Dasar Operation Research, Yogyakarta: BPFE, 1999.
- [7] Siswojo, Pokok Pokok Manajemen Proyek (PERT & CPM Sistem Engineering), 2000.
- [8] T. H. Ali, Prinsip Prinsip Network Planning, Jakarta: Gramedia, 1989.
- [9] H. J. dan R. B., Operations Management : Manajemen Operasi, Jakarta: Salemba Empat, 2000.
- [10] Levin, R. I. dan K. C. A., Perencanaan dan Pengendalian Dengan PERT dan CPM, Balai Aksara, 1987.

- [11] T. Huibert, Jaringan Kerja dengan Metode CPM, PERT, PDM, Manado: Sam Ratulangi University Press, 2002.
- [12] Project Management Institute, Practice Standart For Work Breakdown Structure, Project Management Institute, 2001.
- [13] E. Kusnadi, "Activity network diagram," 18 Maret 2012. [Online]. Available: <https://eriskusnadi.wordpress.com/2012/03/18/activity-network-diagram-part-1/>. [Diakses 21 Mei 2016].
- [14] I. Soeharto, Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional, Jakarta: Erlangga, 1997.

TENTANG PENULIS



Indah Rachmadita, lahir di Kota Gresik pada 21 Mei 1993. Anak dari dari Mariatul Ibtiyah dan Bambang Madi Pusoko. Pribadi ini merupakan anak kedua dari tiga perempuan bersaudara. Penulis mulai menuntut ilmu di TK Bakti 4 Gresik (1997-1999), melanjutkan ke SD Muhammadiyah GKB Gresik (1999-2005), lalu melanjutkan ke SMP Negeri 3 Gresik (2005-2008), kemudian melanjutkan studi di SMA Negeri 1 Gresik

(2008-2011). Pada tahun 2011 penulis diterima di Jurusan Teknik Mesin FTI – ITS Surabaya melalui SNMPTN Undangan dan mendapat gelar M-54 setelah mengikuti POROS.

Di Teknik Mesin ITS ini penulis juga mengikuti kegiatan organisasi Mesin ITS Autosport menjadi anggota Divisi Internal (2011) dan Staff Ahli Divisi Racing (2012). Penulis memilih laboratorium sistem manufaktur industri untuk mengerjakan tugas akhir dengan tema manajemen proyek. Diluar itu penulis juga berperan aktif dalam kepanitiaan seperti Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE), Mesin Rally and Gathering, Slalom Mesin ITS, Mechanical City, dan lain – lain. Penulis dapat dihubungi melalui email berikut: indahrachmadita21@gmail.com